



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

Työnsuunnittelun erityispiirteitä ylikulkusiltaa korjattaessa

Esimerkkinä Suinulan ylikulkusillan korjaus

Tatu Luuri

Opinnäytetyö
Toukokuu 2016
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Infrarakentaminen



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Infrarakentaminen

LUURI TATU

Työsuunnittelun erityispiirteitä ylikulkusiltaa korjattaessa
Esimerkkinä Suinulan ylikulkusillan korjaus

Opinnäytetyö 61 sivua, joista liitteitä 13 sivua
Toukokuu 2016

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin sillankorjausta rautatieympäristössä. Rautatieympäristö lisää haasteita sillankorjaukseen monenlaisia haasteita ja tässä opinnäytetyössä pyrittiin käymään läpi niistä yleisimpiä. Asioita käsitellään Suinulan ylikulkusillan korjauksen kautta. Työn tarkoituksena oli selvittää rautatien aiheuttamia ongelmia työympäristössä, reunapalkin telineen tärkeyttä sillankorjauksessa sekä aikataulun suunnittelua sillankorjaustyömaalla. Työn teoriaosuudessa käsiteltiin rautateihin liittyviä vaatimuksia. Reunapalkkien osalta vertailtiin injektoitavaa, ripustettavaa ja kanteen pultattavaa kiinnitysmenetelmää reunapalkin telineille.

Rautateiden osalta asioita käytiin läpi niin, että vähemmän rautatien kanssa tekemisissä ollut työnjohtaja tai työntekijä ymmärtää perusteet mitä muutoksia työskentely rautatien läheisyydessä aiheuttaa. Reunapalkin telinevaihtoehdoksi päädyttiin suosittelemaan ripustettavia teline-elementtejä. Suinulan ylikulkusillalle laadittiin yleisaikataulu tehtäväluettelon pohjalta, johon on kirjattu arvioidut resurssit ja työtehtävien kestot työmaalta.

Reunapalkin telineissä työntekokustannukset ovat merkittävä osuus kokonaiskustannuksista. Tästä syystä asennuksen helppous ja nopeus korostuu erityisesti ylikulkusillalla, jossa työhön liittyy ylimääräisiä kustannuksia. Tästä syystä työssä päädyttiin suosittelemaan teline-elementtejä niiden yksinkertaisen ja nopean asennuksen vuoksi. Teline-elementtien kierrättäminen työmaiden välillä on asia, jota koko yrityksen sisällä kannattaisi pohtia, sillä niiden käyttö usealla työmaalla toisi merkittäviä kustannussäästöjä.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Engineering
Option of Civil Engineering

LUURI TATU

Work planning the specific features of the overpass repair
As an example of Suinulas overpass

Bachelor's thesis 61 pages, appendices 13 pages
May 2016

The purpose of this study was to investigate the challenges which may appear when repairing a bridge in a railway environment. This kind of an environment enhances the challenges in many ways, and this work's purpose was to observe these challenges. The observation was carried out through an example, Suinulas overpass repair. The aim of this study was that the reader understands the problems which may occur when working in a railway environment, understands why the scaffold of the edge beam is a significant part of overpass repairing and get a clue of planning a schedule on a bridge repairing construction. The theory part of this study was carried out observing the requirements of a railway. Hanged, bolted on platform and injected methods were compared when it came to attaching the scaffold of an edge beam.

The presence of a railway makes a difference to working and this study was carried out so that a worker who has less experience with railways understands that fact. Hanged scaffold elements were chosen to be recommended. A schedule including the estimated resources and durations of work tasks was made to the Suinulas overpass.

In the scaffolds of an edge beam the working costs are a major part of the whole costs and because of that the easiness and fastness of attaching the scaffolds are important. That is why the conclusion of this study was to recommend the usage of scaffold elements. They are simple and fast to attach. Recycling the scaffold elements is a thing that should be considered in the companies because their usage on many construction sites would bring severe savings in expenses.

Key words: repair, overpass, railway, edge beam, scaffolding

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	8
2	SILLAT SUOMESSA	9
2.1	Siltojen määrä ja sen kehitys.....	9
2.2	Siltojen ylläpito.....	11
3	SUINULAN YLIKULKUSILLAN TYÖVAIHEET	15
3.1	Yleistä korjauksesta ja laatuvaatimuksista	15
3.2	Purkutyöt.....	16
3.3	Kansilaatan yläpinnan ja reunapalkin korjaaminen	18
3.4	Pintarakenteiden uusiminen	20
3.5	Muut korjaustoimenpiteet	22
4	RAUTATIEN VAIKUTUKSET KORJAUSTYÖHÖN	24
4.1	Vaadittavat luvat	24
4.2	Vaikutukset työhön	25
4.3	Vaikutukset työsuunnitteluun ja aikatauluun.....	26
4.4	Vaikutukset kustannuksiin	28
5	REUNAPALKIN TELINEET	30
5.1	Telineiden tehtävät.....	30
5.2	Telinevaihtoehtoja	31
5.2.1	Injektoitu telineratkaisu.....	32
5.2.2	Kierretangoilla ripustettu menetelmä.....	34
5.2.3	Bridgecare-telinejärjestelmä	35
5.2.4	Fast Beamin telinejärjestelmä	37
5.3	Suinulan ylikulkusillan telineet	38
6	AIKATAULUN SUUNNITTELU	41
6.1	Aikataulun suunnittelu	41
6.2	Suinulan ylikulkusillan yleisaikataulu	43
7	YHTEENVETO	46
	LÄHTEET.....	47
	LIITTEET	49
	Liite 1. Siltojen kuntoluokitus	49
	Liite 2 Suinulan ylikulkusillan leikkauspiirustus	50
	Liite 3 Suinulan ylikulkusillan tasopiirustus	51
	Liite 4. RT-Ilmoitus.....	52
	Liite 5. Jänniteprosessikaavio.....	54
	Liite 6. Jännitekatkoilmoitus).....	55
	Liite 7. Reunapalkin telineen asennuksen työ- ja laatusuunnitelma.....	56

Liite 8. Itäpuolen yleisaikataulu sillalle tehtäville töille	58
Liite 9. Itäpuolen aikataulu sillan ulkopuolisille töille	59
Liite 10. Länsipuolen aikataulu sillalle tehtäville töille	60
Liite 11. Länsipuolen aikataulu sillan ulkopuolisille töille	61

ERITYISSANASTO

Alkalikivireaktio	Kemiallisfysikaalinen prosessi, jossa sementtikivessä olevat alkali-ionit reagoivat eräiden kivilajien tiettyjen mineraalien kanssa. Reaktiotuotteena syntyy alkaligeeli, jolla on voimakas pyrkimys absorboida ympäristöstään vettä ja siten paisua.
ATU	Pitkin raidetta ulottuva tila, jonka sisäpuolella ei saa olla kiinteitä rakenteita eikä laitteita.
Dywidag	Kierretankojärjestelmä jota käytetään esimerkiksi muottien sitomiseen, käytetään siltojen korjauksessa sitomaan reunapalkin telineet siltakanteen.
Hyötyleveys	Sillan kaidejohteiden välissä käytettävissä oleva yhteys.
Jana-aikataulu	Yleisin aikataulun esitysmuoto. Jana-aikataulussa esitetään yleensä kuinka pitkään hanke ja sen vaiheet kestävät, missä järjestyksessä tehtävät on toteutettava, millaisia riippuvuuksia tehtävien välillä on, mitkä ovat tehtävän suunnitelman mukaiset resurssit.
Jännitekatko	Sähkölaitteiston tietyn osan jännitteettömäksi tekeminen rautatiealueella
Paluuvirtapiiri	Osa sähköradan virtapiiriä, jota pitkin virta palaa kuormitus- tai vikapaikasta syöttöasemalla. Sähköradalla suojamaadoitus suoritetaan tekemällä sähköinen yhteys maadoitettavan rakenteen ja paluuvirtapiirin välille.
Peruskorjaus	Kokonaiskorjaus, jossa kaikki vaurioituneet ja kuluneet rakenneosat kunnostetaan tai uusitaan ja sillan rakenteellinen ja toiminnallinen kunto palautetaan alkuperäiselle tasolle.

Ratu-kortisto	Talonrakennusteollisuus Ry:n ja Rakennustieto Oy:n julkaisema rakennustuotannon ammattilaisille tarkoitettu tietopankki. Se sisältää yleisohjeita tuotannon suunnitteluun ja muun muassa ohjeellisia työmenekkejä.
Ro, P, R	Sillan betonisia rakenneosia kuvaavia termejä. Ro on rakennusosan tunnus, esimerkiksi RO 22 on reunapalkin rakennusosatunnus. R luku on rasitusluokkaryhmää kuvaava luku, esimerkiksi reunapalkin rasitusluokkaryhmä vaihtelee yhdestä neljään. P luku on pakkaskestävyysvaatimus, reunapalkin P luku vaihtelee välillä 20 ja 50.
Suunnittelukäyttöikä	Ajanjakso, jonka ajan rakenteen ominaisuudet säilyvät rakenteelta vaadittavalla tasolla 95 % todennäköisyydellä edellyttäen, että rakennetta pidetään asianmukaisesti kunnossa.
Ylikulkusilta	Rautatien tai raitiotien yli rakennetulla tiellä sijaitseva silta.

1 JOHDANTO

Suomessa on noin 57000 siltaa, joita korjataan vuosittain kymmenillä miljoonilla euroilla, jotta ne pysyisivät käyttökelpoisina koko niiden käyttöiän. Lisäksi yhdistelmäajoneuvojen kantokyvyn mahdollinen kasvaminen tulevaisuudessa saattaa vaatia siltojen kantokyvyn kasvattamista, tai liikennemäärän lisääntyminen vaatia lisää kaistoja sillalle. Osa näistä korjattavista silloista sijaitsee sähköistetyssä rataosuuden päällä, mikä vaikeuttaa korjaustoimenpiteitä ja nostaa kustannuksia.

Itse olin Kreate Oy:llä työjohtoharjoittelijana viime kesänä Malmin ylikulkusillan korjaustyömaalla, jossa vastuualueisiini kuului osana jännitekatkojen aikaiset työt. Sillankorjaus rataympäristössä on erikoisalueena sellainen joka on haastavampi sellaisellekin työjohtajalle joka on jo pidempään tehnyt sillankorjaustöitä. Kreatella on kesällä 2016 tulossa korjaukseen Suinulan ylikulkusilta, joka on huomattavasti pienempi hanke kuin Malmin ylikulkusilta oli. Tätä työtä on lähdetty tekemään Suinulan ylikulkusillan työmaan asiakirjojen pohjalta.

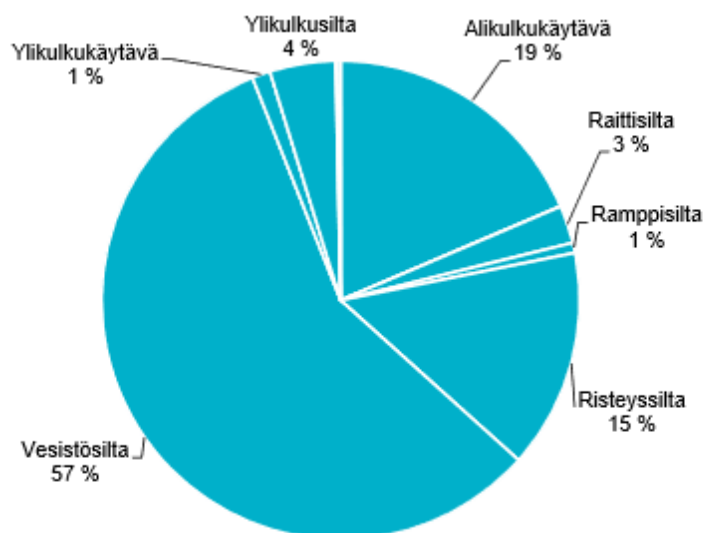
Tässä työssä käydään läpi asioita, jotka vaikuttavat sillankorjaustyöhön kun korjataan rautatien yli kulkevaa siltaa, lisäksi työssä laaditaan yleisaikataulu ja mietitään telinevaihtoehtoja Suinulan ylikulkusillan korjaustyömaalle. Rautatiehen liittyvät asiat käydään läpi lakien ja säännösten kautta. Telinevaihtoehtojen pohdinta käydään läpi käytössä olevia tuentamalleja vertailemalla huomioiden Suinulan ylikulkusillan asettamat reunaehdot.

Työn tarkoituksena on päättää Suinulan ylikulkusillalle tuleva telinemalli ja tehdä telineiden työ- ja laatusuunnitelma. Lisäksi kohteelle laaditaan yleisaikataulu ja pyritään luomaan yleisohjeet rataympäristössä työskentelyyn, joiden pohjalta henkilö joka ei ole toiminut rataympäristössä ymmärtää radan asettamat rajoitukset työntekoon.

2 SILLAT SUOMESSA

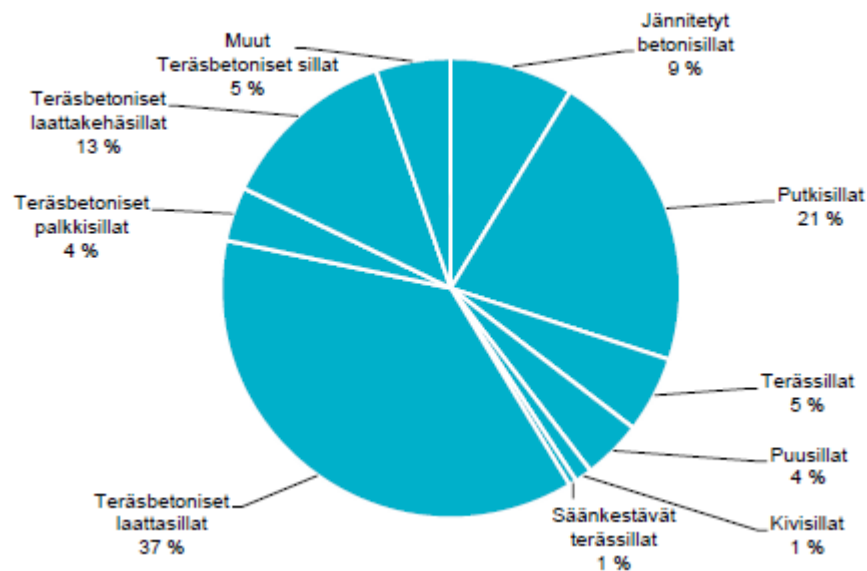
2.1 Siltojen määrä ja sen kehitys

Yleisillä teillä, eli liikenneviraston hallinnassa oli vuoden 2015 alussa 15122 tiesiltaa ja 2375 rautatietiesiltaa. Tiesilloista 11897 oli varsinaisia siltoja ja loput 3225 putkisiltoja. Liikenneviraston lisäksi kaupungeilla, kunnilla, yksityisteillä ja metsäautoteillä on yhteensä noin 40000 siltaa. Liikenneviraston varsinaisista tiesilloista 4 % on ylikulkusiltoja, eli niitä on noin 500 jonka päälle tulevat kaupunkien ja kuntien ylikulkusillat. Näistä liikenneviraston ylikulkusilloista noin 300 on sähköisellä rataosuudella. Seuraavat kaaviot ovat liikenneviraston tilastoista. Kuviossa 1 on esitetty siltojen jakautuminen käyttötarkoituksittain ilman putkisiltoja. (Liikenneviraston sillat 10/2015, s. 15 – 22, Iho 2016)



Kuvio 1 Liikenneviraston siltojen lukumäärien jakauma käyttötarkoituksittain (Liikenneviraston sillat 10/2015, s 24)

Kuviossa 2 puolestaan näkyy siltojen jakautuminen siltatyypeittäin.



Kuvio 2 Liikenneviraston siltojen lukumäärien jakauma siltatyypeittäin (Liikenneviraston sillat 10/2015, s 24)

Tutkittaessa siltojen ikäjakaumaa huomataan nopeasti että vuodesta 1960 aina vuoteen 1999 rakentaminen on ollut voimakasta, piikkeinä 1970-luku ja 1990-luvun alku. 1960- ja 1970 luvulla rakennettiin suuri osa Suomen nykyisestä tieverkosta joka selittää volyymin kasvun. 1990-luvun alussa puolestaan liikenteen volyyymi kasvoi huomattavasti, jonka takia siltojen rakennuksessa tuli piikki. Taulukossa 1 on esitetty uusien siltojen kappalemäärät rakennusvuosittain.

Taulukko 1 Siltojen rakennusmäärä 1.1.2015 (Liikenneviraston sillat 10/2015, s. 41)

Valmistumisvuosi	Varsinainen silta					Putkisilta		Ei tiedossa	Sillat yhteensä
	Teräsbetoni	Jännitetty betoni	Teräs	Puu	Kivi	Teräs	Muu		
Ei tiedossa	6		9					5	20
-> 1900	3		5	2	27	1			38
1900-1904	1		1	1	23				26
1905-1909	2		5	1	24				32
1910-1914	1		5		10				16
1915-1919	2				10				12
1920-1924	10		3	1	4				18
1925-1929	43	5	8	1	9				66
1930-1934	137	7	31	5	24				204
1935-1939	234	7	33	4	35				313
1940-1944	17		4		2				23
1945-1949	51	2	17		4				74
1950-1954	342	3	21	3	2	1			372
1955-1959	798	7	49	6		3			861
1960-1964	840	15	42	17		148			1 062
1965-1969	854	52	67	48	2	287			1 290
1970-1974	899	38	67	141	3	258	1		1 407
1975-1979	893	113	65	135		338	6		1 550
1980-1984	699	130	93	84	2	282	4		1 294
1985-1989	629	136	75	35		285			1 160
1990-1994	880	235	119	43		395			1 652
1995-1999	583	163	64	32	1	288			1 111
2000-2004	347	130	37	28	1	286	1		830
2005-2009	308	161	39	28		390			924
2010-2014	307	112	35	20		291		2	767
Yhteensä	8862	1316	894	635	183	3213	12	7	15 122

2.2 Siltojen ylläpito

Uusien siltojen suunnittelukäyttöikä on teräs- ja betonisilloille sata vuotta ja viisikymmentä vuotta puu- ja teräsputkisilloille. Rakennusosien korjaustarve vaihtelee eri muutujien mukaan, joita ovat esimerkiksi materiaaliominaisuudet, suojakäsittelyt kuten impregointi ja ympäristön aiheuttamat rasitukset kuten suolauksen määrä. Valmistajien suositusten ja kokemusperäisten havaintojen pohjalta on kuitenkin laadittu taulukossa 2 esitetyt tavoiteikäkäyttöiät eri rakennusosille. (Siltojen ylläpito 11/2009, s19)

Taulukko 2 Rakennusosien tavoiteikäkäyttöiät (Siltojen ylläpito 11/2009, s19)

Reunapalkit suolattavilla teillä	25 vuotta
Reunapalkit suolaamattomilla teillä	40 vuotta
Vedeneristys	35 vuotta
Liikuntasaumalaitteet	25 vuotta
Päällystämätön puukansi	25 vuotta
Teräsrakenteen pintakäsittely	25 vuotta
Betonirakenteen pinnoitteet	15 vuotta

Käytännössä siltoja ei kuitenkaan korjata tavoitekäyttöön saavuttaessa huippunsa, vaan silloille tehtävien tarkastusten perusteella määritetään sillan peruskorjauksen tarpeet. Silloille tehdään vuosittain hoitourakoitsijan puolesta silmämääräinen tarkastus, ja viiden vuoden välein erikseen yleistarkastus joka on ohjeistettu erittäin yksityiskohtaiseksi. Yleistarkastuksen perusteella sillalle annetaan kuntoluokitus, joka määrittää toimenpiteet seuraavien vuosien aikana. Ennen korjaussuunnitelman laatimista sillalle tehdään erikoistarkastus, jossa selvitetään sillan vauriot yleistarkastusta tarkemmin. Sillan kuntoluokat ovat esitetty yksinkertaistettuna taulukossa 3. Samassa taulukossa on myös esitetty varsinainten siltojen lukumäärä kuntoluokittain, ilman putkisiltoja. Liitteestä 1 löytyy luokkien tarkemmat kuvaukset.

Taulukko 3 Siltojen kuntoluokat ja niihin kuuluvien siltojen määrät (Liikenneviraston sil-
lat 10/2015)

Kuntoluokka	Sanallinen kuvaus	Tarpeet	Määrä
5	Erittäin hyvä	Ei ylläpitotarvetta	827
4	Hyvä	Vähäistä kunnostusta	7067
3	Tyydyttävä	Peruskorjaus tulossa	3475
2	Huono	Peruskorjaus nyt	418
1	Erittäin huono	Peruskorjaus myöhässä	84

Kunnoltaan tyydyttävien siltojen määrä on kasvanut tasaisesti viime vuosina, ja kasvu jatkuu todennäköisesti vielä jonkin aikaa. Tällä hetkellä rakennusosien kulutuskäyttöön arvioinnin perusteella voidaan päätellä että huonokuntoiset sillat koostuvat pääsääntöisesti 1970- ja 1980-luvun silloista. Vielä kymmenen vuoden ajan on tulossa paljon uusia peruskorjaamattomia siltoja korjauksen piiriin. Tämän jälkeen sillankorjausten vuosittainen tarve laskee hetkellisesti, 1990- luvun lopun lopulla vähentyneen rakennusmäärän seurauksena kunnes jo peruskorjattujen siltojen uudelleen korjaus alkaa suuremmissa määrin.

Peruskorjauksessa pyritään korjaamaan kaikki ongelmat samalla kertaa, ja tästä syystä siltojen peruskorjausikä on yleisimmin 30 - 40 vuotta. Tällöin kaikki rakenneosat ovat elinkaarensa loppupäässä. Kun silta saa yleistarkastuksessa kuntoarvioksi huonon se sijoitetaan peruskorjausohjelmaan. Kun silta on kuntoluokaltaan erittäin huono, on peruskorjaus tehtävä kiireellisesti. Kustannustehokkuuden näkökulmasta siltojen korjaaminen

ajallaan on erittäin tärkeää, peruskorjauksen viivästyttäminen nostaa sen kustannuksia ja vaurioittaa sillan rakenteita enemmän.

Esimerkkikohteelle, Suinulan ylikulkusilta H-1099, tehtiin poikkeuksellisesti vain pintarakenteiden tarkastus vuonna 2014 Huura Oy:n toimesta, jonka pohjalta laadittiin sillan korjaussuunnitelma. Sillan peruskorjauksen toteuttajaksi valikoitui Krete Oy. Silta on alun perin rakennettu 1970, se on teräsbetoninen jatkuva laattasilta ja sen jännemitat ovat 14,80 + 18,50 + 14,80 m. Sillan hyötyleveys on 8,6 m. Sillan leikkaus A-A löytyy liitteestä 2 ja tasopiirustus liitteestä 3. Näistä saa paremman kokonaiskuvan korjaushankkeesta. Kuvassa 1 on yleiskuva sillasta.



Kuva 1 Yleiskuva Suinulan ylikulkusillasta (Lampinen 2014)

Sillassa todettiin pintarakenteiden tarkastuksen perusteella seuraavat vauriot:

- Sillan kermieristys vuotaa lähes kauttaaltaan, minkä seurauksena kansilaatan yläpinta on kostea tai märkä.
- Päällysteessä on saumaamattomia halkeamia
- Kansilaatan yläpinnassa on alkalikiviainesreaktiosta seuranneita halkeamia
- Kansilaatan yläpinnassa on rapautumaa
- Kansilaatan betonin kloridipitoisuus on koholla
- Reunapalkissa rapautumaa ja kalkkista halkeilua
- Kaiteissa huomattavia ruostevaurioita

Vaurioiden korjaamiseksi sillalle tehdään peruskorjaus joka sisältää tyypilliset sillankorjauksen toimenpiteet: pintarakenteiden uusiminen, kansilaatan yläpinnan vesipiikkaus ja muotoilu. Lisäksi kaiteet, kosketussuojat ja kuivatuslaitteet uusitaan. Näiden toimien pohjalta laadittiin kustannusarvio korjaussuunnitelmassa sillalle joka on esitetty taulukossa 4, kustannusarvio on ilman yleiskustannuksia. Huomionarvoinen yksityiskohta on reunapalkin osuus kustannuksista, joka vastaa noin 34 % varsinaisista korjauskustannuksista, näin korkeaan prosenttiosuuteen vaikuttaa nimenomaan se, että alapuolella on rautatie, koska maadoitukset, pätevyudet ja rautatien muut vaatimukset lisäävät kustannuksia. (Lampinen 2014)

Taulukko 4 Tutkimusvaiheessa esitetty kustannusarvio (Lampinen 2014)

Kansilaatan yläpinnan kunnostus (vesipiikkaus, muotoiluvalu ja epoksi-tiivistys)	70 000€
Vedeneristys (sisältää pintarakenteiden purun)	30 000€
Kuivatuslaitteiden uusiminen	9 000 €
Reunapalkkien uusiminen	100 000€
Kaiteiden ja kosketussuojien uusiminen	55 000€
Päällysteen saumatukset	4 000€
Päällysteen uusiminen	25 000€
Yhteensä (alv 0%)	293 000€

3 SUINULAN YLIKULKUSILLAN TYÖVAIHEET

3.1 Yleistä korjauksesta ja laatuvaatimuksista

Sillankorjaushankkeessa yleisesti korjataan päällyste, vesieristys, kansilaatan yläpinta, reunapalkit, liikuntasaumalaitteet, kuivatuslaitteet ja kaiteet. Kohteesta riippuen saatetaan myös korjata kansilaatan alapintaa, maadoitusta, maa- tai välitukia ja mahdollisesti silloissa olevia erikoisrakenteita.

Sillankorjaustyöhön on laadittu kattavat SILKO-yleisohjeet, lisäksi työtä ohjaavat Infra-RYL:in yleiset laatuvaatimukset. Seuraavassa on esitetty esimerkkikohdetta koskevat vaatimukset. Taulukossa 5 on esitetty ohjeet jotka on otettava huomioon korjaustyössä mm. laatuvaatimusten, työ- ja ympäristönsuojelun ja laadunvarmistuksen osalta. Sillankorjaustyössä on hyvä huomioda että kaikkien siltaan jäävien materiaalien pitää olla SILKO-ohjeissa hyväksytyjä. (Ala-Viikari, Lampinen 2015, s 2 – 4)

Taulukko 5 Suinulan ylikulkusillan korjauksessa huomioonotettavat ohjeet (Ala-Viikari, Lampinen 2015, s 2 – 4)

By 50	Betoninormit 2012
SILKO 1.111	Työturvallisuus
SILKO 1.112	Ympäristönsuojelu
SILKO 1.201	Betoni sillankorjausmateriaalina, yleisohje
SILKO 1.202	Polymeerit sillankorjausmateriaalina, yleisohje
SILKO 1.203	Purkamis- ja esikäsittelymenetelmät, yleisohje
SILKO 1.601	Sillan ja siltapaikan kuivatus, yleisohje
SILKO 1.701	Liikunta- ja kutistumissaumat, yleisohje
SILKO 1.801	Vedeneristykset, yleisohje
SILKO 1.802	Päällysteet yleisohje

Taulukossa 6 on esitetty noudatettavat laatuvaatimukset.

Taulukko 6 Suinulan ylikulkusillan korjauksessa noudatettavat laatuvaatimukset (Ala-Viikari, Lampinen 2015, s 2 – 4)

By 40	Betonirakenteiden pinnat / Luokitusohjeet
InfraRYL osa 1	Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset, Väylät ja alueet 2010
InfraRYL osa 3	Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset, Sillat ja rakennustekniset osat 2006

Taulukossa 7 on työssä noudatettavia työohjeita, huomioiden työselityksen asettamat vaatimukset.

Taulukko 7 Suinulan ylikulkusillan korjauksessa noudatettavat työohjeet (Ala-Viikari, Lampinen 2015, s 2 – 4)

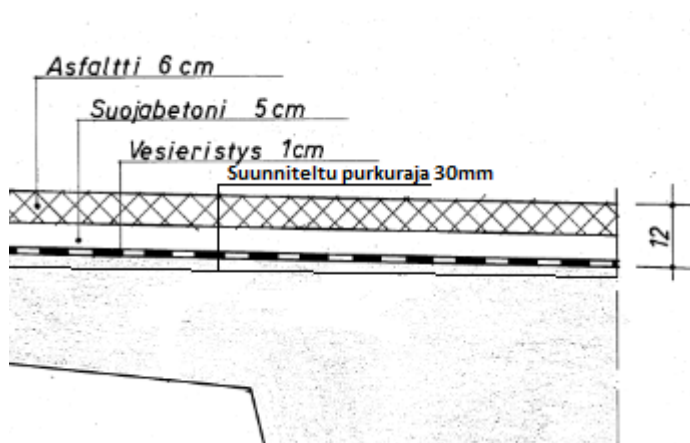
SILKO 2.211	Reunapalkin uusiminen
SILKO 2.240	Vedeneristyksen alustan kunnostus
SILKO 2.261	Tartuntaterästen ankkurointi
SILKO 2.311	Sillankaiteen uusiminen
SILKO 2.611	Tippuputken teko päällysrakenteeseen
SILKO 2.613	Reunasalaojan teko
SILKO 2.651	Pintavesien ohjauslaitteiden teko
SILKO 2.654	Kivisilmän teko
SILKO 2.711	Reunapalkin liikuntasauaman sulkeminen muovinauhalla
SILKO 2.731	Reunapalkin liikuntasauaman tiivistäminen
SILKO 2.732	Päällysteen ja betonirakenteen välisen sauman tiivistäminen
SILKO 2.811	Vedeneristyksen uusiminen, kermieristys
SILKO 2.814	Asfalttipäällysteen uusiminen
Liikenneviraston aineistot	Betonisiltojen korjaussuunnitteluohje 22.12.2011, liite 1 Betonipinnan poistamisohjeita siltojen korjauksissa

3.2 Purkutytöt

Esimerkkikohteen poistettavat pintarakenteet on esitetty kuvassa 2. Asfalttipäällyste, joka on tässä tapauksessa keskimäärin 60 mm, poistetaan kaivinkoneella tai riittävän tehokkaalla jyrsimellä. Asfaltin alla on vedeneristyksen suojabetonia 50mm, jonka jälkeen on

varsinainen vesieriste. Suojabetonin poisto onnistuu yleensä kaivinkoneella, tasaisella kauhalla, jos ei, se täytyy sahata timanttisahalla laatoiksi ja poistaa osissa kaivinkoneella. Sillan vanha kermieristys poistetaan erikseen kaivinkoneella, esimerkkikohteella sen materiaalista on tehty valmiiksi tarvittavat tutkimukset asbestin tai muiden haitta-aineiden varalta. (Ala-Viikari, Lampinen 2015, s 6–7)

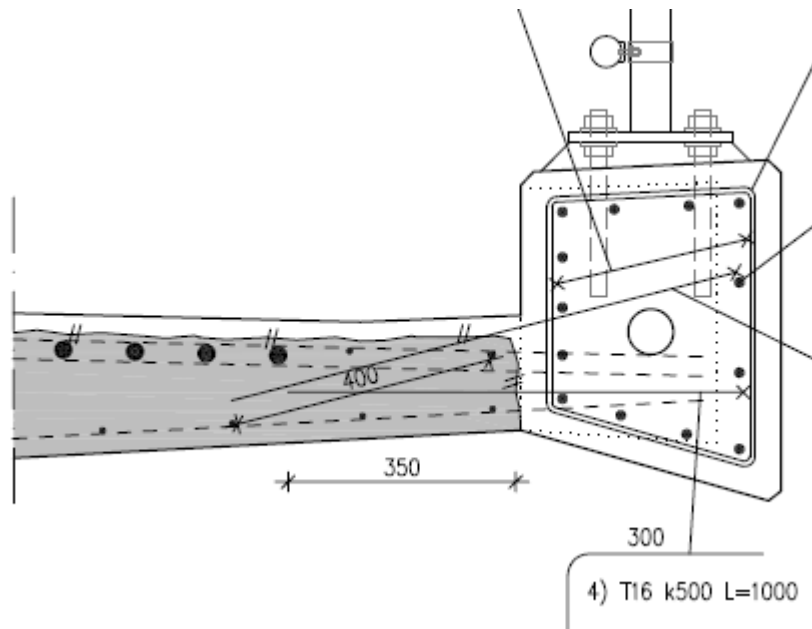
Vedeneristeen jälkeen sillassa päästään kansirakenteeseen, tässä vaiheessa kuvaan tulee vesipiikkaus, se on menetelmänä ainoa järkevä vaihtoehto koska se ei riko jäljelle jäävää betonia. Kansilaatan vesipiikkauksessa käytetään yleisesti tasovesipiikkauskonetta, joka on työturvallisuudesta lähtien kätevin vaihtoehto. Vedeneristysten alustalta edellytetään 1,5 N/mm² vetolujuutta tilaajan toimesta, sama vaatimus on löytyy SILKO 2.240:stä. Työselityksessä on määritelty piikattavaksi syvyydeksi vähintään 30 millimetriä, jos tartuntavetolujuusvaatimus ei siinä syvyydessä täyty, piikkausta jatketaan, kuitenkin niin, että kansilaatan yläpinnan raudoitustangot eivät paljastu kokonaan. (Ala-Viikari, Lampinen 2015, s 6–7)



Kuva 2 Suinulan ylikulkusillan purettavat rakennekerrokset

Reunapalkkien piikkaus aloitetaan muiden töiden kanssa limittäin, kunhan piikkausromua varten on rakennettu telineet piikkausromua ja kaiteet poistettu. Kaiteet poistetaan sopivan kokoisissa osissa joko polttoleikkaamalla tai laikalla, kunhan putoamissuojauksen rakentamisesta on huolehdittu. Tilaaja on laadittanut reunapalkkien korjauksesta korjaussuunnitelman, jossa on esitetty purkurajat. Kuvassa 3 on esitetty Suinulan ylikulkusillan piikkausraja yhdestä poikkileikkauksesta. Piikkaus aloitetaan rajaamalla alue suoraviivaisesti, esimerkiksi timanttisahalla. Tämän jälkeen reunapalkin piikkaus aloitetaan joko käsin piikkaamalla tai piikkausrobotilla, paikallaan olevia tartuntateräksiä vahingoit-

tamatta. Reunapalkin piikkausraja viimeistellään vesipiikkauksella, työn tekeminen kokonaan vesipiikkaamalla, on myös vaihtoehto. Reunapalkin kohdalta vaadittava tartuntavetolujuus on myös $1,5 \text{ N/mm}^2$, joka löytyy SILKO-ohjeista. (Ala-Viikari, Lampinen 2015, s 6–7 , Silko 2.211 2008)



Kuva 3 Suinulan ylikulkusillan reunapalkin piikkausraja siltakannen alueelta (Sillan korjauspiirustus 2015)

3.3 Kansilaatan yläpinnan ja reunapalkin korjaaminen

Kohteella reunapalkit ja kansilaatan yläpinta tehdään betonivaluina. Muotoiluvalulla tarkoitetaan kansilaatan yläpinnan muotoilua korjausbetonilla piikkauksen jäljiltä sellaiseksi, että kaadot toimivat ja se luo ehjän karkean pinnan vedeneristykselle. Ennen muotoiluvalua kohteelle asennetaan sääsuoja, jonka tehtävä on estää kosteuden pääsyä eristettävälle pinnalle. Kansilaatan yläpinnan korjausbetonin on oltava itsetiivistyvää ja täytettävä seuraavat rasitusluokkavaatimukset: Ro20, R1, C30/37 ja P30. Sen on myös oltava CE-hyväksytty tuote. Kuva 4 on otettu Malmin ylikulkusillan korjaustyömaalla ja siitä näkyy miltä muotoiluvalu näyttää valamisen ja sinkopuhalluksen jälkeen, myös sääsuoja on näkyvissä kuvassa. (Ala-Viikari, Lampinen 2015, s 7–8)



Kuva 4 Muotoiluvalun pinta hiottuna, suojattuna sääsuojassa Malmin ylikulkusillan korjaustyömaalla (Luuri 2015)

Kun reunapalkki on saatu piikattua suunnitelmapiirustusten mukaiselta alueelta, aletaan uutta reunapalkkia raudoittaa. Nykyiset reunapalkkiin tulevat raudoitustangot säilytetään, ja uusille porataan reikiä suunnitelmissa esitetyllä jaolla. Uudet tartuntateräksiset injektoidaan kiinni asemaansa. Kuvassa 5 Malmin ylikulkusillan korjaustyömaalta näkyy porattuja tartuntateräksiä, joista yhdelle ollaan tekemässä vetokoetta. Kuvassa myös näkyy vanhoja paikalleen jätettyjä raudoitustankoja. (Ala-Viikari, Lampinen 2015, s 8–9)



Kuva 5 Injektoituja tartuntateräksiä Malmin ylikulkusillan korjaustyömaalta (Luuri 2015)

Tartuntaterästen injektoinnin jälkeen vuorossa on muotin rakennus alapuolelle ja raudoituksen saattaminen valmiiksi. Raudoituksessa käytetään siltaan korjaussuunnitelman mukaan laadittua betoniteräsluetteloa ja raudituspiirustuksia. Tämän jälkeen viimeistellään muotit työsuunnitelman ohjeistuksen mukaisesti ja asennetaan muottikangas pystypinnoille. Samalla reunapalkkiin asennetaan kaapelinsuojaputket varaukseksi, ja hitsataan maadoitusteräs yhtenäiseksi. Tämän jälkeen reunapalkki valetaan työsuunnitelman mukaisesti loppuun. Kuvassa 6 on käynnissä reunapalkin valu Malmin ylikulkusillan työmaalla. Valun viimeistelyn jälkeen reunapalkkien pinta impregnoidaan vettä hylkivällä pinnoitteella, joka parantaa reunapalkkien kulutuskestävyyttä. (Ala-Viikari, Lampinen 2015, s 7–14)



Kuva 6 Reunapalkin valua Malmin ylikulkusillan korjaustyömaalla (Luuri 2015)

3.4 Pintarakenteiden uusiminen

Erityisalustalle on asetettu tiukat laatuvaatimukset koska kermieristyksellä toteutettu vedeneristys on todella altis pintarakenteiden kuplimiselle. Korjaussuunnitelman työselityksessä erityisalustan laatuvaatimuksiksi on esitetty seuraavat asiat:

- Alustan absoluuttinen kosteus saa olla korkeintaan 5 painoprosenttia.
- Alustan puhdistusaste on normaali suihkupuhdistettu betonipinta (SILKO-ohje 1.203 kuva 45).
- Alustan tartuntavetolujuuden on oltava vähintään $1,5 \text{ N/mm}^2$.

- Alustassa ei saa olla InfraRYL osan 3 kohdan 42300 liitteessä 1 mainittua suurempia epätasaisuuksia. Alustan tasaisuus mitataan 1,5 metrin oikolaudalla.
- Pinnassa ei saa olla silmin havaittavia epäpuhtauksia
- Epoksitiivistyksen ja alustan välisen tartuntalujuuden on oltava joka kohdassa vähintään 1,0 N/mm² ja keskimäärin vähintään 1,5 N/mm².
- Epoksin on oltava CE-hyväksyttyä ja olla Liikenneviraston hyväksymää, eli oltava SILKO-hyväksytty tuote.

Kuplimista esiintyy 10–20% kermieristyksellä toteutetuista siltakansista, kuitenkin osuus pienenee 0–10% jos kaikki pintarakenteiden laatuvaatimukset täytetään (Iho 2016). Kuplimisella tarkoitetaan ilmiötä jossa kansilaatan sisäinen höyrynpaine pyrkii purkautumaan eristeen alle irrottaen sen alustastaan. Kun pinta on suihkupuhdistettu ja imuroitu, ja se täyttää muutenkin erityisalustan laatuvaatimukset, sille tehdään epoksitiivistys. Epoksitiivistys tehdään kahdessa osassa, ensimmäisen osan päälle levitetään kvartsihiekkaa heti telauksen jälkeen. Varsinainen pinnan tiivistys tehdään vuorokausi ensimmäisen käsittelyn jälkeen. (Ala-Viikari, Lampinen 2015, s 20)

Varsinainen vedeneristys kohteelle tulee kaksinkertaisella kermieristyksellä, joka liimataan kiinni alustaan kumibitumilla. Kermit liimataan pituussuunnassa aloittaen alimmasta kohdasta. Ylemmän kermin saumat eivät saa tulla alemman kermin saumojen kohdalle. Sillan päädyissä kermit ulotetaan 200 millimetriä siirtymälaattojen päälle ja reunoissa puskusaumalla reunapalkkien sisäsivupintoihin. Kuvassa 7 on kyseinen työvaihe esitettyä Malmin ylikulkusillalta, oikealla puolella ensimmäisen kermieristyskerroksen asennus alkamassa, vasemmalle näkyy epoksitiivistettyä pintaa. (Ala-Viikari, Lampinen 2015, s 20)



Kuva 7 Kermieristysten asennusta Malmin ylikulkusillan työmaalla (Luuri 2015)

Vedeneristeen suojakerros korjattuun siltaan tulee asfalttibetonista 5/50, jonka päälle tulevat sidekerros asfalttibetonista 16/100 ja kulutuskerros asfalttibetonista 16/120. Päällysteeseen tulee massaliikuntasaumat kulutuskerroksen paksuisena päällysrakenteen päiden kohdille. (Ala-Viikari, Lampinen 2015, s 20)

3.5 Muut korjaustoimenpiteet

Sillalle uusitaan myös sillankaiteet ja niiden mukana kosketussuojaseinät. Kuvassa 6 on näkyvissä pulttiryhmän perustus tulevia kaiteita varten. Lisäksi pengerkaiteet uusitaan työselityksen mukaiselta laajuudelta. Sillalle uusitaan lisäksi syöksytorvet ja tippuputket, lisäksi tippuputkilinjaan tehdään metallisaloja. Vanhat syöksytorvet ja tippuputket poistetaan lieriöporaamalla ne ja täyttämällä reunapalkkien valun yhteydessä. Maatukien taakse tehdään pengersaloja ja sillan päihin hulevesikaivot. (Ala-Viikari, Lampinen 2015, s 14–18)

Tulopenkereet ja niiden materiaalit uusitaan siipimuurien päistä mitattuna 10 metrin matkalla. Samalla maatukien taustatäyttöihin asennetaan muoviset salaojat jotka ohjataan purkamaan tien luiskiin. Lisäksi siipimuurien päihin kaakkois- ja koilliskulmiin tehdään hulevesikaivot jotka myös ohjataan purkamaan tien luiskiin rakennettaviin kivisilmiin. Maatukien täytöt tehdään KaM 0/56 kalliomurskeesta ja tasataan KaM 0/32 kalliomurskeella. Alempi päällystekerros tulee asfalttibetonista AB 16/175 ja kulutuskerros AB

16/120 asfalttibetonista. Uusi poikkileikkaus tehdään nykyistä vastaavaksi. Lisäksi sillan maadoitus tehdään maadoituspiirustuksen mukaisesti. (Ala-Viikari, Lampinen 2015, s 18–27)

4 RAUTATIEN VAIKUTUKSET KORJAUSTYÖHÖN

4.1 Vaadittavat luvat

Rataympäristössä toimiminen edellyttää ratatyöturvallisuuskoulutusta (Turva), jonka voi suorittaa useissa Liikenneviraston hyväksymissä koulutuskeskuksissa. Turvamiehenä toimimiseen vaaditaan erillinen koulutus joka edellyttää vähintään kolmen kuukauden työkokemusta. Kyseessä olevat pätevyudet ovat voimassa 5 vuotta kerrallaan, jonka jälkeen ne täytyy uusida. Turvamiehen käyttö tulee kyseeseen nopeissa korjaustoimenpiteissä kun käytössä on vain nopeasti siirrettäviä työkaluja, ja ratatyölupaa ei ole perusteltua hakea. Ratatyöturvallisuuskoulutuksen lisäksi henkilö pitää olla perehdytetty työmaahan ja sen olosuhteisiin ennen töiden aloittamista rata-alueella. (Radanpidon turvallisuusohjeet 6/2015, 33–37)

Suurin osa työvaiheista ylikulkusillankorjaustyömaalla edellyttää ratatyölupaa, kuten kannen alapuoliset korjaukset, uudet rakenteet ja telineiden rakennus reunapalkin purulle. Ratatyöluvan saaminen edellyttää että urakassa on mukana ratatyön vastaavan pätevyyden omaava henkilö joko yrityksen puolesta tai alihankinnan kautta hankittu. Ratatyöstä vastaava vastaa ratatyöluvan hankinnasta, työn turvallisesta suorittamisesta ratatyön aikana ja radan saattamisesta liikennekuntoon ratatyöluvan jälkeen. Ratatyöluvan saaminen edellyttää ennakoilmoitusta vähintään 7 vuorokautta ennen aiottua ajankohtaa, muissa tapauksissa asiasta pitää keskustella liikennesuunnittelijan kanssa. Liitteessä 4 on ratatyöilmoitus pohja, josta saa kuvan millainen suunnitelma ratatöille pitää olla. (Radanpidon turvallisuusohjeet 6/2015, 39–49)

Ratatyöluvan lisäksi työskentely edellyttää usein myös jännitekatkoa rata-alueella, koska usein työt koskevat sillan kantta, jolloin toimitaan jännitteellisten ajolankojen läheisyydessä. Urakoitsija, käytännössä ratatyöstä vastaava toimittaa jännitekatkopyynnön jännitekatkosuunnittelijalle, jonka kytkentäehdotus lähtee alueelliselle liikennesuunnittelijalle tarkistettavaksi. Jännitekatkopyyntö pitää toimittaa kytkentäehdotuksen laatijalle viimeistään maanantaina kaksi viikkoa ennen aiottua työviikkoa tai sopia käytön johtajan kanssa erikseen. Jännitekatkoprosessikaavio löytyy liitteestä 5, josta jännitekatkoprosessin näkee kokonaisuudessaan. Lisäksi liitteestä 6 löytyy jännitekatkopyyntö ilmoitus. (Sähkörataohjeet 2/2009, 19–24)

Poikkeustilanteissa edellä mainitut luvat on mahdollista saada myös lyhemmällä aikataululla. Ylikulkusillan korjaustyömaalla tämä ei tule kyseeseen poikkeusolosuhteita lukuun ottamatta, koska ne vaativat yleensä hyvin perustellut syyt ja niissä kustannukset jännitekatkon osalta noin kaksinkertaistuvat. (Koskinen 2015)

4.2 Vaikutukset työhön

Työskenneltäessä rata-alueen läheisyydessä tulee ottaa huomioon eri osien vaatimat suojaetäisyydet. Radan suojaetäisyys on vähintään 2,5 m uloimmasta kiskosta, tai sähköradan pylväslinja. Taulukossa 8 on esitetty työntekijältä vaadittavat sähköradan suojaetäisyydet eri lankoihin. Taulukosta tärkein huomioitava asia on kahden metrin suojaetäisyys niin ajolangoista kuin paluujohtimista. On myös muistettava että nämä vaatimukset koskevat myös ratatyökatkon aikana tehtäviä töitä, mikäli ei ole erikseen tilattu jännitekatkoa.

Taulukko 8 Työntekijöiden suojaetäisyydet (Sähkörataohjeet 2/2009, s.14)

Työntekijä	Pienin työskentelyetäisyys 25 kV jännitteisistä osista		Pienin työskentely- etäisyys paluujohtimesta	
	sivulla	alapuolella	sivulla	alapuolella
Sähköalan ammattihenkilö Tehtävään opastettu henkilö	1,5 m 2,0 m	1,0 m 2,0 m	0,5 m 2,0 m ¹⁾	0,5 m 2,0 m ¹⁾

Jos rata-alue on aidattu, aidat rajaavat alueen jonka sisäpuolella työskentelyyn tarvitaan ratatyölupa tai turvamiesmenettely. Kuitenkin aitojen siirtäminen väliaikaisesti lähemmäs kiskoja on mahdollista jos aidat ovat yli 2,5 metrin päässä kiskoja ulkoreunasta, tai pylväslinjasta. Alueilla, jossa kyseisiä aitoja ei ole, raja on syytä merkitä merkintämaalilla, jolloin alueen sisäpuolella ei vahingossakaan eksy. Tulitöiden osalta rautatien vaara-alue on 7 metriä, ja tätä lähempänä tulitöiden suorittaminen ilman vähintään turvamiesmenettelyä on kiellettyä. (Radanpidon turvallisuusohjeet 6/2015)

Ylikulkusillan kannella työskentely on sallittu ilman erillisiä lupia ja vaatimuksia, tällöin rajana pidetään sillan kaiteiden asettamaa rajaa. Kuitenkin niin että työskentelytason ja jännitteisen radan välissä täytyy olla vähintään kaksi metriä korkea suojaseinä kaiken aikaa. Käytännössä esimerkiksi pystyyn asetettu vanerilevy, jonka korkeus on 2,4 m toimii hyvänä suojana väliaikaisessa rakenteessa. (Sähkörataohjeet 2/2009)

Työkoneiden sähköradan suojaetäisyydet radan eri lankoihin on esitetty taulukossa 9. On tärkeää muistaa että nämä vaatimukset koskevat myös ratatyökatkon aikana tehtäviä töitä, mikäli ei ole erikseen tilattu jännitekatkoa. Työskennellessä ilman jännitekatkoa sähköis-tetyllä rataosuudella työkone on maadoitettava paluukiskoon kuparijohtimella, mikäli on mahdollista että työkone tai taakka voi työkoneen rikkoutumisen, kaatumisen tai muun vastaavan syyn takia ulottua taulukon 9 vähimmäisetäisyyksiä lähemmäksi jännitteisiä osia.(Sähkörataohjeet 2/2009)

Taulukko 9 Työkoneen suojaetäisyydet (Sähkörataohjeet 2/2009, s.14)

Työkone	Pienin työskentelyetäisyys 25 kV jännitteisistä osista		Pienin työskentelyetäisyys paluujohdimesta	
	sivulla	alapuolella	sivulla	alapuolella
Nostokorkeuden rajoittimella varustettu kiskoilla kulkeva työkone 1)2)4)5)6)	3,0 m	1,0 m	2,0 m	1,0 m
Nostokorkeuden rajoittimella varustettu liikkuva tai siirrettävä kone 2)3)4)5)6)	3,0 m	1,5 m	2,0 m	1,5 m
Muu liikkuva tai siirrettävä kone ilman nostokorkeuden rajoitinta 2)4)5)	3,0 m	2,0 m	2,0 m	2,0 m

4.3 Vaikutukset työnsuunnitteluun ja aikatauluun

Ylikulkusillan korjaustyömaalla on yleensä useita työvaiheita jotka vaativat jännitekatkoa ja ratatyölupaa. Osa näistä on itsenäisiä työvaiheita jotka eivät vaikuta muihin työvaiheisiin mitenkään. Esimerkiksi betonisen kansilaatan alapinnan halkeamien injektointi tai paikkaus on itsenäinen työvaihe joka ei vaikuta muiden töiden aikatauluihin. Nämä työt voidaan aikatauluttaa sopivaan kohtaan, eli mieluiten keskikeseään kun yöt ovat va-loisampia ja lämpötilat suosivat töiden suoritusta.

Sen sijaan työvaiheet jotka ovat sidoksissa muiden töiden aikatauluun, ja sitä kautta kriit-tisesti koko urakan aikatauluun on tärkeä suunnitella hyvissä ajoin, jolloin ongelmilta vältytään. Telineiden rakennus reunapalkin purkamista varten on hyvä esimerkki työstä joka on sidoksissa toiseen työvaiheeseen. Näiden töiden osalta on huomioitava että jän-nitekatkopyyntö täytyy suorittaa vähintään kahta viikkoa ennen kuin sen saaminen on

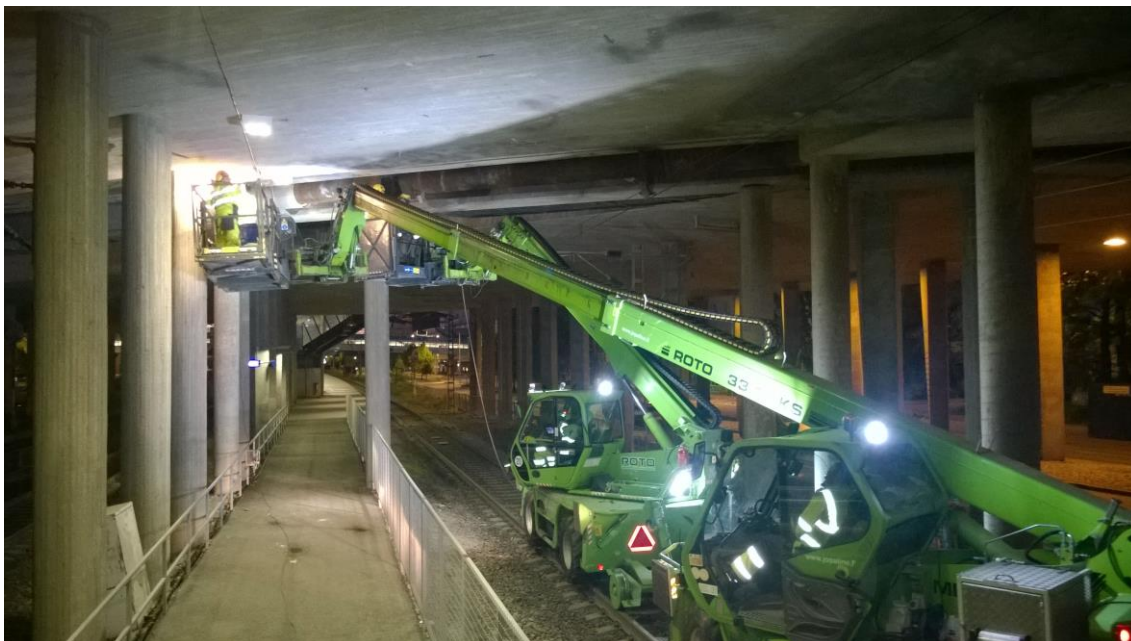
edes mahdollista, lisäksi jännitekatkon pituus riippuu aina kyseessä olevasta rata-alueesta. Tämän takia nämä työvaiheet on mahdollisuuksien mukaan suoritettava mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, koska purkua ei voida aloittaa ennen kuin reunapalkin teline on rakennettu.

Työt on myös suunniteltava raidekohtaisesti, koska usein kaikkien raiteiden saaminen samaan katkoon on mahdotonta, koska rataliikenteen seisauttaminen ei tule kysymykseen. Tällöin on etukäteen mietittävä kuinka töiden vaiheistaminen onnistuu kun koko rata-alueella ei voida tehdä kerralla. Tämä korostuu erityisesti väliaikaisia maadoituksia mietittäessä, koska väliaikainen maadoitus täytyy kuitenkin suorittaa joka katkon aikana ja sille pitää varata aikaa. Esimerkiksi jos reunapalkin telineen niskapalkki tulee metallisena, se täytyy suojamaadoittaa.

Paikalleen jäävillä rakenteille on tehty maadoituspiirustus korjaussuunnitelman mukana, väliaikaisille maadoituksille on oma suunnitelmansa tarpeiden mukaan. Väliaikaisen maadoituksen vaativat kaikki metalliset rakenteet jotka sijaitsevat sivusuunnassa 5 m lähempänä sähköistetyt radan keskiviivaa, jollei se ole irrallinen tai pieni erillinen rakenne. Maadoitus toteutetaan usein 25 mm² kupariköydellä, suojamaadoituksen pitää vastata vähintään kyseisen kupariköyden sähkönjohtavuutta joka tapauksessa. Kupariköysi liitetään luotettavasti maadoitettavaan rakenteeseen ja se suojamaadoitetaan paluuvirtapiiriin. Käytännössä työnaikaisia maadoituksia tehtäessä rakenne pyritään liittämään paluuvirtapiiriin liittämällä se jo olemassa olemaan maadoitukseen. (Rautatiealueelle tulevien kiinteiden laitteiden ja rakenteiden maadoitussuunnittelu 2010)

Lisäksi työskennellessä rata-alueella on etukäteen mietittävä tarkemmin työjärjestys, koska koneiden ohittaminen toisella koneella on mahdotonta jos ne kulkevat samalla raiteella. Sillan kansi on suhteellisen pieni ala, jossa useamman työryhmän tarvitsisi tehdä töitä, jolloin työskentelyyn on vähän tilaa. Tällöin mahdolliset ongelmat on syytä selvittää työntekijöiden kanssa etukäteen jotta työskentely ei keskeytyisi jännitekatkon aikana. Ku-

vassa 8 näkyy ratakalustoa työskentelemässä ahtaalla alueella. Kuvassa näkyvät kiskopyörillä varustetut kurottajat, jotka ovat esimerkki radalla vaadittavasta erikoiskalustosta.



Kuva 8 Kurottajat ahtaassa tilassa Malmin ylikulkusillan korjaustyömaalla (Luuri 2015)

Lisäksi työkapasiteettiä mietittäessä on syytä huomioida se, että jännitekatkon pituus ei ole sama asia kuin tehokas työaika raiteiden päällä. Optimaalisessakin tapauksessa työajasta lähtee kymmenen minuuttia lupien saannissa, työnmaadoituksen teossa ja poistossa. Näin viiden tunnin katkosta jää optimaalisessa tilanteessa työaika neljä tuntia viisikymmentä minuuttia. Tästä osa kuluu kaluston kiskolle saamiseen, työvälineiden paikalleen kuljettamiseen ja töiden aloittamiseen. Näin tehollinen työaika on jopa tunnin vähemmän kuin varsinainen jännitekatko kestää. Myös se, että radalta pitää olla kokonaan pois kun ratatyölupa loppuu, johtaa siihen, ettei työvaihetta voida aloittaa, jos ei olla varmoja, että se saadaan viimeisteltyä katkon aikana. Junien myöhästymisen aiheuttamat kustannukset ovat niin suuria että niitä ei voida missään tapauksessa aiheuttaa.

4.4 Vaikutukset kustannuksiin

Ratururvallisuuskoulutus kustantaa noin kaksisataa euroa, samoin kuin turvamiehen koulutus. Ratatyöstä vastaavan koulutus maksaa jo hieman alle kaksituhatta euroa, ja sen saaminen edellyttää pitkää kokemusta rataan liittyvistä töistä. Pätevyudet ovat voimassa

viisi vuotta kerrallaan, mutta koulutuksia ei välttämättä kuitenkaan ole kaikilla alihankkijoilla valmiiksi, mikä saattaa vaikeuttaa alihankkijoiden hankintaa. Ratatyöstä vastaava taas tarvitsee hankkia alihankintapalveluna, mikäli yrityksestä kukaan ei omista pätevyyttä, joka on ylimääräinen kuluerä mietittäessä työvuoroja.

Henkilöstön koulutuksen lisäksi, tämän lisäksi jännitekatkon kustannukset vaihtelevat seitsemästä sadasta eurosta tuhanteen euroon ylöstä. On tärkeää huomioda että jännitekatkon hinta on sama, oli kyseessä kolmen tunnin tai kymmenen tunnin jännitekatko, koska työt eivät vaikuta rataliikenteeseen. Näiden lisäksi kustannuksia tuovat rautatien vaatima erikoiskalusto esimerkiksi kurottajien ja kuukulkijoiden osalta. Lisäksi katkot ovat saatavilla lähinnä yöaikaan joka saattaa nostaa työntekijäkustannuksia lisää. Taulukossa 10 on esitetty kustannuksien muodostumisesta esimerkki yhdelle työvuorolle jännitekatkossa.

Taulukossa on esitetty sekä kurottajan että kuukulkijan kustannukset, koska rata-alueella toimiminen vaatii erikoisnostokalustoa, joka on varustettu kiskopyörillä. Vaikka kiskopyörillä varustettuja kuukulkijoita on saatavissa huomattavasti edullisemmin, niiden käyttö on huomattavasti vaikeampaa. Väliaikaisesta nousupaikasta niiden saaminen kiskoille määrissä olosuhteissa saattaa kestää huomattavan pitkään, joka syö työaikaa jännitekatkosta entisestään. Tällöin kuskilla varustettu kurottaja, jonka toiminta on varmempaa saattaa tulla kokonaiskustannuksellisesti halvemmaksi ratkaisuksi.

Taulukko 10 Yhden työvuoron kustannuslaskelma jännitekatkolla

Syy	Kustannus
Jännitekatko	750 – 1000€
Alihankittu ratatyöstä vastaava	8*50 = 400€
Mahdollinen kiskopyöräkuukulkija	140€
Mahdollinen kiskopyöräkurottaja x 2	2*8*90 = 1440€
Yhteensä:	1290 – 2880€

Jos ajatellaan että jännitekatko ei todennäköisesti kuitenkaan kestä 8 tuntia, vaan esimerkiksi vain 5 tuntia. Tämä merkitsisi että ”ylimääräinen” kustannus työtunnille on 258 – 568€, jonka päälle tulee tietysti varsinaiset työntekokustannukset. Tästä syystä töiden tehokas suorittaminen jännitekatkolla on erityisen tärkeää ja ennakkosuunnittelun merkitys korostuu. Taulukossa on laskettu työkoneet ja miehet kahdeksan tunnin mukaan koska se on usein minimiveloitus erikoiskoneistuksella ja työntekijöillä.

5 REUNAPALKIN TELINEET

5.1 Telineiden tehtävät

Sillankorjaustyössä tarvitaan telineitä piikkauksesta syntyvän jätteen pysäyttämiseksi, ettei se putoa alittavalle väylälle, tässä tapauksessa rautatielle. Uudistettavalle reunapalkille pitää rakentaa muotti, joka sillankorjaustyömaalla tuetaan näistä telineistä. Lisäksi sillan alkuperäiset kaiteet pitää poistaa ennen reunapalkin piikkausta, mikä tarkoittaa käytännössä sitä, että sillalle pitää rakentaa väliaikaiset kaiteet työskentelyn ajaksi. Tämän lisäksi telineet toimivat työtasona reunapalkin korjauksen aikana. Kuvassa 9 on esitetty telineiden toimintaa tässä tarkoituksessa Malmin ylikulkusillan korjaustyömaalla. Kuvassa vanha reunapalkki on piikattu jo pois, uusi reunapalkki on raudoitettu ja muottien teko uudelle reunapalkille on käynnissä.



Kuva 9 Reunapalkin telineen käyttö työtasona Malmin ylikulkusillan korjaustyömaalla (Luuri 2015)

Telineiden rakentaminen on työturvallisuuden näkökulmasta tärkeä työvaihe. Ne toimivat työn ajan putoamissuojana, tästä syystä vanhojen siltakaiteiden poiston jälkeen telineet on pakko saada asennettua saman tien. Valtioneuvoksen asetuksessa 27 § asiasta on määrätty seuraavasti:

Putoamisen estävien suojarakenteiden ja -laitteiden, kuten esimerkiksi suojakaiteiden, on oltava suojausvaikutukseltaan mahdollisimman yhtenäisiä. Jos työn tekeminen edellyttää, että putoamisen estävä suojarakenne tai -laite väliaikaisesti poistetaan, on käytettävä muita korvaavia suojatoimia. Työtä ei saa tehdä ennen kuin nämä suojatoimet on toteutettu. Putoamisen estävä suojarakenne tai -laite on palautettava paikalleen heti sen jälkeen, kun kyseinen työ on päättynyt tai keskeytynyt. (Valtio-neuvoston asetus 205/2009)

Telineet ovat paitsi työturvallisuuden näkökulmasta myös kustannusteknillisesti tärkeä työvaihe. Tutkiessani eri vaihtoehtoja, reunapalkin telinehinnat ovat vaihdelleet 200 eurosta juoksumetrille aina 1000 euroon asti. Suinulan ylikulkusillalla reunapalkin pituus on yhteensä 107,2 metriä, jolloin telinekustannuksien vaihteluväliksi tulee 21440 eurosta aina 107200 euroon. Vertaillen kustannuksia on tärkeää huomioda että jokainen korjauskohde on erilainen, ja kustannukset vaihtelevat osittain sen mukaan. Kuitenkin todellisuudessa telineiden rakennuksessa on suuria eroja, ja niillä voidaan saada merkittävä kustannussäästöjä. Kun urakkasumma on puolen miljoonan luokkaa, telineiden kustannustehokkuus on hyvin merkittävä asia projektin onnistumisen kannalta.

5.2 Telinevaihtoehtoja

Sillankorjaustyömaalla reunapalkin telineet ovat käytännössä aina uloketelineitä, vaikka niitä käytetään muussa rakentamisessa harvemmin. Uloketelineellä tarkoitetaan telineitä jossa työ- tai tukitaso on ulokepalkin tai konsolin kannattelemana. Sillankorjaustyössä uloketelineen käyttö johtuu siitä että työmaat alkavat usein aikaisin keväällä jolloin routa pääsisi vaikuttamaan perustuksiin jos ne tuettaisiin maasta. Maasta tuenta lisäisi myös materiaalikuluja ja olisi haasteellista joka tapauksessa koska sillan ali kulkee yleensä aina tie, rautatie tai vesistö, jolloin tuenta jouduttaisiin rakentamaan niiden ehdoilla. Uloketelineille, jotka rakennetaan paikan päällä, on oltava aina rakennesuunnitelma. (Työterveyslaitos 2010)

Telineiden valinta alkaa materiaalin valinnalla, telineet sillankorjaustyömaalla ovat joko puisia tai metallisia. Käytössä on käytännössä kolme kiinnitysmenetelmää telineille. Metallisella kannatinpalkilla siltakanteen porattavat menetelmät on yksi vaihtoehto, tässä opinnäytetyössä niitä edustaa Bridgecare-järjestelmä ja Fast Beamin telinejärjestelmä. Metallisella kannatinpalkilla kannesta tulevat telineiden ongelma on se että ne vievät siltakannelta työtilaa, jossa esimerkiksi eristetöiden tekeminen on mahdotonta, jollei reunapalkkia ole korjattu ennen siltakantta. Telineistä aiheutuva haitta on esitettyä kuvassa

10. Kuvassa oleva noin 600 mm alue täytyy tämän seurauksena tehdä erillisenä työvaiheena. Toinen vaihtoehto on kannan läpi porattavien reikien kautta ripustettavat telineet, niitä edustavat työssä Kreaten oma käytössä oleva menetelmä. Ripustettavien telineiden siltakannelta viemä tila on kannatinpalkkia huomattavasti pienempi. Kolmas vaihtoehto on siltakanteen injektointimassalla tulevat ankkurit joilla voidaan kiinnittää joko puinen niskapalkki tai metallinen tukiteline.



Kuva 10 Kannatinpalkkitelineiden haitta eristystöille (Luuri 2015)

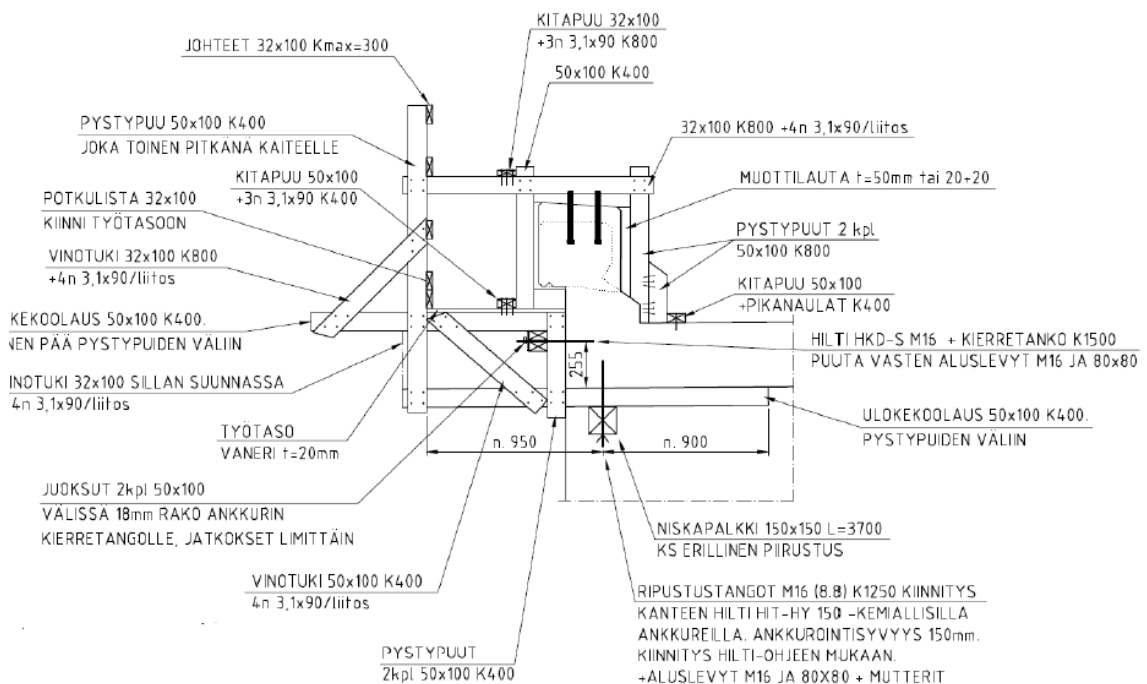
Seuraavassa on esitelty eri vaihtoehtoja oikeista kohteista. Itse olen ollut työmaalla jossa käytössä on ollut Fast Beamin telinejärjestelmä ja kierretangoilla ripustettu menetelmä. Muut menetelmät on tutkittu toisten henkilöiden toimesta opinnäytetöissä, nämä menetelmät ovat käytössä eri yrityksessä.

5.2.1 Injektoitu telineratkaisu

Injektoidussa telineratkaisussa teline kiinnitetään siltakanteen ankkuroiduilla kierretangoilla. Kuvassa 11 on kuva telineistä ja on 12 on esitetty Kosken alikulkukäytävän telinesuunnitelma silta-aukon kohdalta. Telineet kiinnitetään kanteen kahdesta erillisestä kohtaa kierretangoilla, jaolla k1250 ja k1500. (Sonck 2014 s. 40–41)



Kuva 1 Injektoidut telineet (Socnk 2014)



Kuva 12 Telinesuunnitelma Kosken alikulkukäytävä (Sonck 2014, s.40)

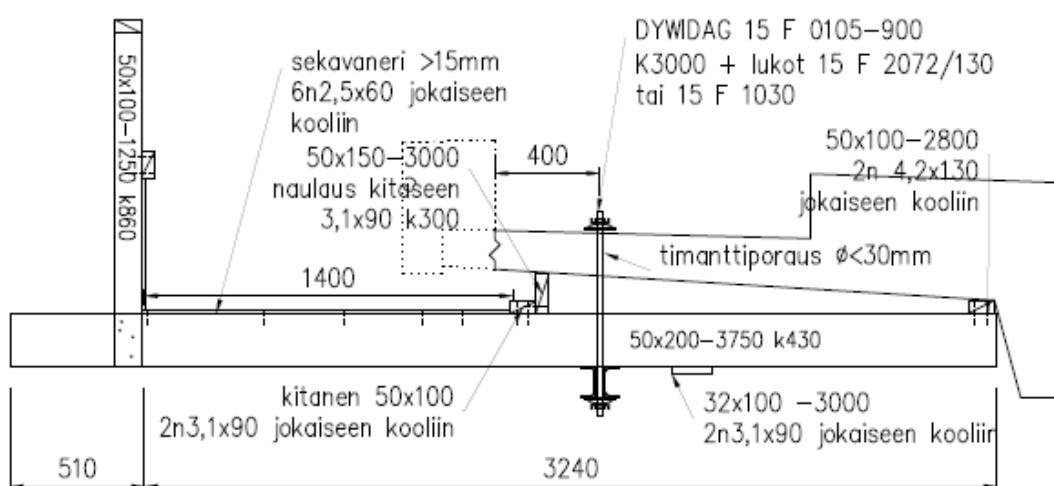
Kyseisen telineen etuna on se että siltakanteen ei tarvitse tehdä ollenkaan läpiporauksia, jolloin mahdollisuus osua sillan pääraudoitukseen poistuu. Lisäksi poraustöissä säästyy kun porattavat reiät ovat huomattavasti lyhempiä. Huonoina puolia telineellä on: injektoidut reiät on porattava ja injektoidava etukäteen, paljon varsinaista rakentamista rakennusvaiheessa ja telineeseen kuluu paljon puutavaraa. Telineiden kustannukseksi

Kosken alikulkukäytävän työmaalla tuli noin 336 €/m sisältäen muottityöt. (Sonck 2014 s. 37–38)

5.2.2 Kierretangoilla ripustettu menetelmä

Kierretangoilla ripustettava mallissa siltakannessa olevia tippuputkia hyödynnetään tai siltakanteen porata kokonaan uusia reikiä joiden avulla teline ripustetaan siltakanteen. Menetelmässä käytetään yleisesti Dywidag-nimisiä ankkurointitankoja joiden avulla kannatin- tai niskapalkki ripustetaan siltakanteen, myös tavallisten kierretankojen käyttö on mahdollista. Menetelmän etuna injektoituun vaihtoehtoon nähden on se että reiät voidaan porata siltakannelta etukäteen, jolloin alapuolelta suoritettavia töitä ennen telineen asennusta ei ole. Ripustettavista telineistä on paljon erilaisia vaihtoehtoja. Niissä voidaan käyttää niin metallista kuin puista kannatinpalkkia. Puista kannatinpalkkia käytettäessä reikiä joudutaan yleensä poraamaan tiuhempaan, esimerkiksi k1500 jaolla, kun taas metallista kannatinpalkkia käytettäessä pystytään tuet tekemään k3000 jaolla, jolloin tarvittavien valmistavien töiden tekeminen vähenee. Lisäksi metalliset telineet ovat uudelleenkäyttämisen vuoksi ekologisesti parempia.

Kuvassa 13 on Malmin ylikulkusillalla toisella puolella käytössä olleiden telineiden telinesuunnitelma. Telineet olivat alun perin suunniteltu Kreate:n toiselle kohteelle Peltosaaren ylikulkusillalle, jonka jälkeen niiden toimivuus Malmin ylikulkusillalle varmistettiin Jigi-tarkasteluilla.



Kuva 13 Malmin ylikulkusillan telinesuunnitelma (Ville Holopainen 2015)

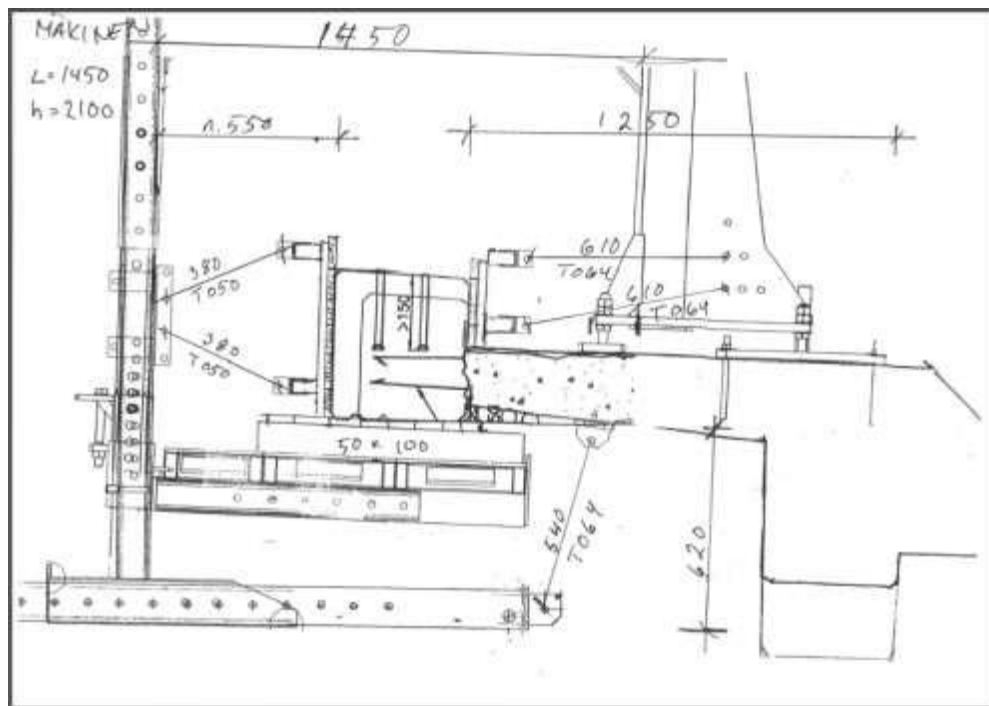
Tämän telinesuunnitelman etuna on, että se rakentuu elementeistä, toisin kuin ripustettavat telineet yleensä. Teline kannatellaan kahdella UNP-profiililla joiden välistä Dywidag-mahtuu kulkemaan, profiilit ovat siis hitsattuna kiinni toisiinsa. Kannakkeen päällä tulevat telineet tehdään valmiiksi rakennetuista elementeistä, jolloin asennusvaiheen työksi jää vanereiden asennus työtasoksi, ja suojaksi ulkosivulle. Kuvassa 14 on valmiita telinelementtejä. Teline kiinnitetään jaolla k3000, joiden väliin tulee aina yksi valmis telinelementti joka on noin 2800 mm leveä. Jokainen telinelementti painaa noin 300 kg ja hitsatut UNP-profiilit 150 kg, joten asennus hoidetaan esimerkiksi ajoneuvonosturin avustuksella.



Kuva 4 Teline-elementtejä (Rekilä 2016)

5.2.3 Bridgecare-telinejärjestelmä

Bridgecare-telinejärjestelmä on suunniteltu reunapalkkien korjausta ja uusimista varten. Sen perusidea on, että kanteen pultataan teräsrakenteinen kannatin, jonka varaan koko järjestelmä tukeutuu. Järjestelmä on säädettävissä jälkikäteen, kuten metalliset kanteen pultattavat järjestelmät yleisesti ovat. Tällä hetkellä järjestelmän omistaa Suomessa ainakin VR-track, joka käyttää sitä omilla työmaillaan ja vuokraa mahdollisuuksien mukaan eteenpäin. Kyseinen järjestelmä on täysin elementtirakenteinen, jonka seurauksena kaikki osat ovat uudelleen käytettävissä. Kuvassa 15 on poikkileikkaus telinejärjestelmästä ja kuvassa 16 järjestelmä on paikallaan, lisättynä sääsuojuilla. (Tevaniemi 2013)



Kuva 15 Poikkileikkaus telinejärjestelmästä (Tomas Lopez 2012)



Kuva 16 Järjestelmä toiminnassa varustettuna sääsuojalla (Moldtech Oy, 2012)

Kyseisen muottijärjestelmän hyviä puolia on sen uudelleenkäytettävyys, turvallisuus ja vähäinen tilan tarve. Kuitenkin huonoina puolina voidaan nähdä sen hinta, kohdetta oli käytetty viidellä eri kohteella, joissa järjestelmän kustannukset olivat vaihdelleet 334 eu-

rosta metrille, aina 1310 euroon asti sisältäen muottityöt. Tosin järjestelmä oli suhteellisen uusi niihin aikoihin nähden mutta, 690 €/m ja 1310 €/m kustannus reunapalkkimetriä kohden ainoilla työmailla missä reunapalkkien yhteismitta oli alle 100m, on hälyttävän suuri. (Tevaniemi 2014)

5.2.4 Fast Beamin telinejärjestelmä

Fast Beamin telinejärjestelmä ovat pitkälti samankaltaiset kuin Bridgecare-järjestelmä. Siinä myös kiinnitetään metallikannakkeet kanteen joiden varaan telineet tuetaan. Myös Fast Beamin telineet ovat jälkikäteen säädettävissä. Fast Beam tarjoaa itse asennuspalveluita Suomessa jossa he asentavat telineet itse ja hoitavat myös purkamisen. Telineiden asennus on nopeaa, kannattamien tarvitsemat reiät voi porata etukäteen, jolloin asennusvaiheessa kannattimet vain laitetaan paikalleen joiden päälle tulee vaneriset työtasot. Kuvassa 17 on esitetty yleiskuva telineistä ja niiden asennuksesta. Kuvassa näkyy myös telineiden toimintaperiaate hyvin, eli käytännössä asennetaan valmiita elementtejä metallisten kannattimien varaan.

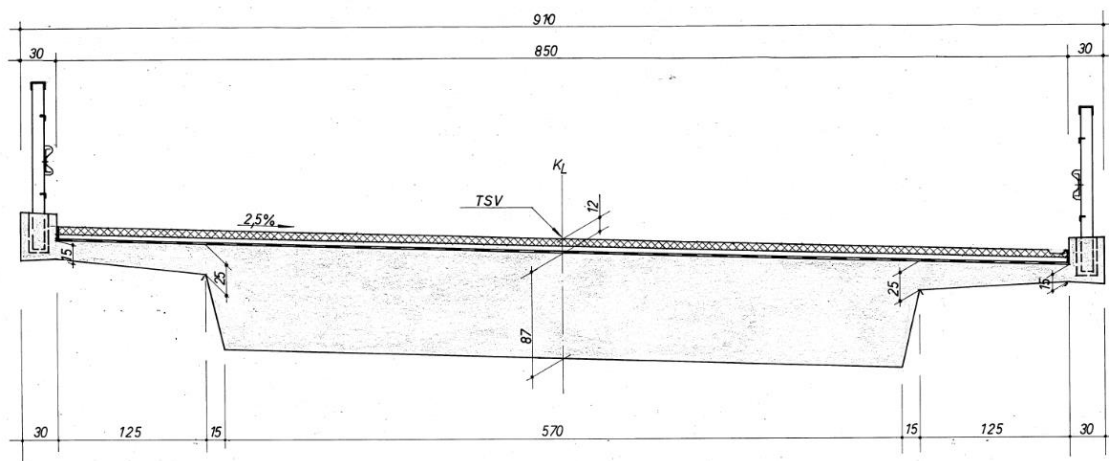


Kuva 17 Fast Beamin telineiden asennusta

Fast Beamin telineillä on pitkälti samat hyvät puolet kuin Bridgecare-järjestelmällä. Hyviä puolia ovat asennuksen nopeus, turvallisuus, ympäristöystävällisyys ja varmuus. Kustannustehokkuus on huomattavasti parempi, telineiden kustannus on noin 200€/m riippuen sillan koosta, ilman muottia.

5.3 Suinulan ylikulkusillan telineet

Suinulan ylikulkusillalla uusittavaa reunapalkkia on yhteensä 107,2 metriä, eli 53,6 metriä korjataan kerrallaan. Kuvassa 18 on esitetty sillan kannen muoto johon telineet pitäisi kiinnittää. Kuvassa esitetyt mitat ovat millimetrejä.



Kuva 18 Siltakannen profiili Suinulan ylikulkusillalla (Insinööritoimisto Helander & Nirkkonen 1969)

Suinulan ylikulkusillan telineitä mietittäessä rautatien vaikutukset pitää huomioida. Rautatien vaikutukset reunapalkin telineratkaisuun:

- Mahdolliset metalliset tukitelineet, kannatinpalkit, ynnä muut vastaavat on maa-
doitettava
- Telineiden alareunasta pitää olla vähintään 300 mm sähköradan lankoihin
- Telineet eivät missään tapauksessa saa ulottua ATU:n sisälle
- Telineille pystyyn tuleva purkuromun suojaus on oltava vaakasuoralta korkeudel-
taan vähintään 2,0 metriä (Sähköturvallisuusmääräysten soveltaminen sähköradan
kiinteisiin laitteisiin 2002, s30)
- Telineiden asennus mahdollisimman nopeaa kun se joudutaan tekemään jännite-
katkon aikana rautatien osuudella

Kun telineiden asennus pitää hoitua mahdollisimman nopeasti, mieluiten yhdessä jänni-
tekatkossa niin telineiden asennuksen nopeus on tärkein yksittäinen tekijä eri vaihtoehtoja

mietittäessä. Metallisella jännitepalkilla kanteen tulevat ovat asennukseltaan nopein vaihtoehto. Fast Beamin telineiden asennusnopeus optimaalisissa olosuhteissa, kun reiät kanteen on porattu valmiiksi, on noin 10 metriä tunnissa. Kuitenkin näin pieneen kohteeseen niiden asennus on yleensä kalliimpaa ja toisaalta telineiden viemä tila muutenkin kapealta siltakannelta on suhteellisesti hyvin suuri. Tällöin seuraavaksi nopein asennettava teline on riiputettava telineratkaisu, johon asennetaan valmiita teline-elementtejä.

Roikotettavia telineitä varten voi porata reiät valmiiksi muualle kuin rata-alueelle, ja sinne porauksen voi aloittaa heti katkon alettua. Tällöin telineiden asennuksen voi aloittaa sillan toisesta päästä ennen katkoa ja saada työn harjoiteltua toimivaksi. Tällöin katkon aikana saadaan nopeasti telineet asennettua kun reiät on saatu porattua.

Kun injektoitavien tai ripustettavien puutelineiden telineiden hinnasta vain noin 10 – 30 % tulee materiaalin kustannuksista ja loput työntekokustannuksista niin myös kustannuksien kannalta on tärkeää että asennus on mahdollisimman vauhdikasta. Myös tästä syystä valmiiden elementtien asennuksen järkevyys korostuu, elementtejä voidaan hyödyntää useammalla työmaalla, kunhan niiden toimivuus kohteeseen varmistetaan telinesuunnittelijalla. Tällöin hyödytään niin työntekokustannuksissa kuin materiaalikustannuksissa, kun lähes kaikki materiaali voidaan kierrättää. Lisäkustannuksia tulee kuitenkin kuljetuksista, mutta saatu hyöty muissa säästöissä kuten ajassa ja työntekokustannuksissa on suurempi, jos kuljetusmatkat säilyvät järkevinä. Telineiden käyttö sillan molempien puolien reunapalkin telineille on lisäksi suuri hyöty.

Elementtiperusteisen rakennelman asennus yleensä menee todella vauhdikkaasti jos ongelmakohtia ei synny, ongelmien syntyessä asennusvauhti hidastuu merkittävästi. Telineiden asennusnopeus ilman ongelmakohtia kyseisellä telinemallilla kun reiät on porattu valmiiksi 6 – 9 metriä tunnissa. Telineen asennus toiselle siltapuolelle kestäisi tällöin 5 – 8 tuntia. Kun radan kohdan telineet saa asennettua muutamassa tunnissa, katkon aikana myös maadoitukselle jää aikaa.

Suinulan ylikulkusillan korjaussuunnitelman työselityksen mukaisesti sillalle on tulossa uusi tippuputkilinja sillan itäreunaan, juuri k3000 jaolla, jolloin niiden hyödyntäminen telineen kiinnitykseen olisi järkevää jos se on telinesuunnittelun kannalta mahdollista. Tippuputkilinja tulee 250 millimetrin päähän reunapalkista, kun alkuperäisissä telinesuunnitelmissa se on sijoitettu 400 millimetrin päähän, lisäksi tippuputkien halkaisija on

50 millimetriä kun alkuperäisissä suunnitelmissa Dywidagin reiän maksimikoko on 30 millimetriä. Tekemällä nämä muokkaukset telinesuunnitelmaan ja sijoittamalla aikataullisesti itäpuolella reunapalkin korjaus ennen vedeneristystä saavutettaisiin noin 15 tunnin säästö työtunneissa. Säästö saadaan timanttiporauksesta, merkkauksesta ja aukkojen täytöstä. Toki alittavan radan kohdille joudutaan poraamaan reiät joka tapauksessa, kun sinne uusia tippuputkia ei tule.

Asennusvaiheessa tarvittavat resurssit ja kustannukset on esitetty taulukossa 11. Kustannuksissa on otettava huomioon että katkojen aikana voidaan suorittaa myös muita töitä, jos paikalle on varattu muuta nostokalustoa. Taulukossa 12 on tiivistetty telineen asennuksesta tuleva metrihinta, vaiheen vaatima rakennus- ja purkuaika. Liitteestä 7 löytyy työ- ja laatusuunnitelma telineen asentamista varten.

Taulukko 11 Teline-elementtien asennusvaiheen resurssit ja kustannukset

Resurssi	Kustannus (alv 0%)
Ajoneuvonosturi (14h)	3360 €
3 x RM (14h)	1680 €
Kurottaja kiskopyörillä (16h)	1520 €
Reikien poraus 20 tai 34 kpl	578 € tai 835 €
Telineiden kuljetuskustannus (8 h)	560 €
Vaneri 15mm (410m ²)	3600 €
Jännitekatkon kustannukset (2kpl)	2800 €
Yhteensä	14 355 €

Taulukko 12 Telineen asennuksen metrihinta, rakennus- ja purkuaika

Metrihinta	133,9 €/m
Rakennusaika	5–7 h (puoli)
Purkuaika	2–3 h (puoli)

6 AIKATAULUN SUUNNITTELU

6.1 Aikataulun suunnittelu

Onnistuminen hankkeessa on hyvin pitkälti sidonnainen onnistuneeseen aikataulusuunnitelmaan. Aikataulun suunnittelun epäonnistuminen aiheuttaa myöhästymisiin ja laatuvirheisiin ja niiden kautta ylimääräisiin kustannuksiin. Myöhästymiset ja laatuvirheet aiheuttavat reklamaatioita ja erimielisyyksiä tilaajan ja rakennuttajan välille. Erityisesti sillankorjaustyömaalla töiden ajoittaminen on tärkeää, koska työskentelytilat ovat vähäiset ja useat työvaiheet ovat käynnissä samaan aikaan. (Ratu 1216-S)

Tilaaja laatii hankesuunnitteluvaiheessa hankeaikataulun, jonka pohjalta urakoitsija laatii oman yleisaikataulun työmaalle. Hankeaikataulussa tulee olla esitettyä näkemys rakennushankkeen vaiheiden ajoituksesta ja kestosta. Yleisaikataulu on toteutuksen ja ajoituksen malli, ja siinä esitetään myös pääresurssit, kuten työvoima-, hankinta- ja kalustoresurssit. Yleisaikataulu luo pohjan työmaan aikataulusuunnittelulle ja sitä tarkennetaan tarvittaessa viikkoaikatauluilla, joskus jopa vielä tarkemmin. Yleisaikataulu laaditaan yleensä jana-aikatauluna tai paikka-aikakaaviona. Yleisaikataulun rinnalle voidaan laatia hankinta-aikataulu jonka pohjalta eri työvaiheissa tarvittavissa hankinnoissa pysytään mukana. Aikataulun pohjana käytetään kokemuseräisiä työmenekkitietoja. (Ratu 1216-S)

Varsinkin yleisaikataulun laadintaa varten on tärkeää tietää, kuinka nopeasti eri työvaiheet voidaan toteuttaa. Tämä korostuu varsinkin rautatieympäristössä, jossa töiden siirtäminen seuraavaan päivään ei useinkaan onnistu. Yleisaikataulun laadinta aloitetaan tehtäväluettelon laadinnalla jossa esitetään kaikki merkittävät toimet rakennustyömaalla. Tehtäväluettelon töille lasketaan tehtävien kestot, joiden pohjalta yleissuunnitelman laadinta voi alkaa. Yleissuunnitelmavaiheessa käytetään T4-aikoja, jotka käsittävät kaikkia työhön käytettyjä tunteja. Taulukossa 12 on esitetty työaikakäsitteet Ratun mukaan. (Ratu 1216-S)

Taulukko 13 Työaikakäsitteet Ratun mukaan (Ratu 1216-S)

Perusaika T1	Menetelmän lisäaika TL1	Työnvuoron lisäaika TL2	Pelivarat, TL3-aika
Menetelmäaika T2		- alle 1,0 tunnin kesketykset	
Tehollinen aika (työvuoroaika) T3		Pienet erilliset työvaiheet (T3p) ja työehtosopi- muksen mukai- set tauot	
Kokonaisaika (työnvaihe-aika) T4			

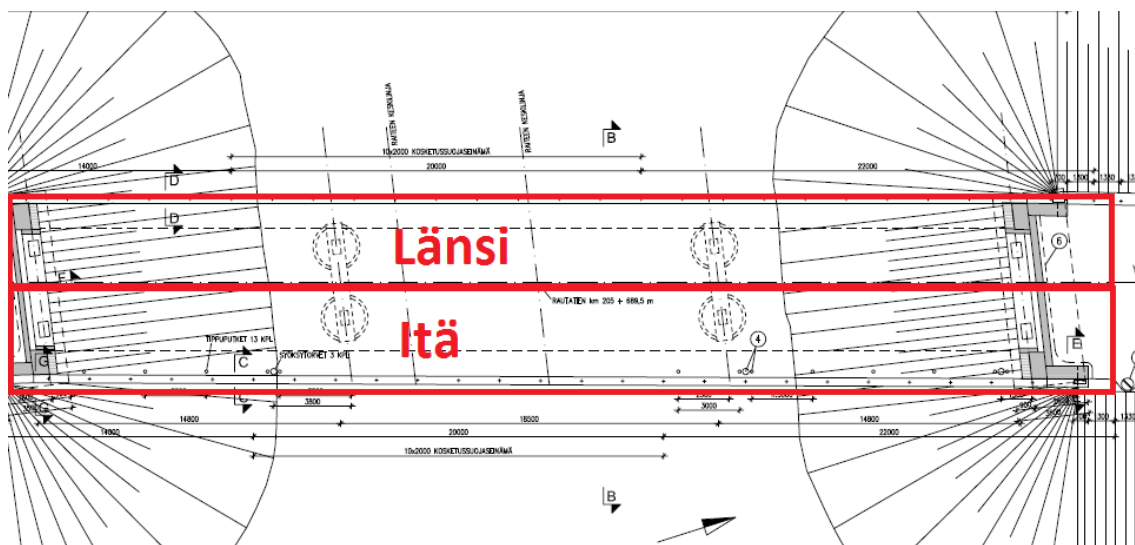
Sillankorjaustyömaa, kuten työmaat yleensä on syytä osittaa jolloin aikataulun suunnittelussa on helpompi nähdä millä alueilla työskentely on mahdollista. Perinteisesti sillankorjaustyömaat lohkotaan vähintään kahteen osaan kun ne korjataan puolikas kerrallaan, joskus kansi joudutaan jakamaan vieläkin pienempiin osiin. Rytmitys on myös tärkeä osa aikataulusuunnittelua, sillä tarkoitetaan että työryhmät pääsevät etenemään katkotta osakohteesta toiselle. (Ratu 1216-S)

Aikataulun tärkein tehtävä on kuvata tuotannon etenemistä, ja hyvän aikataulun tunnistaa siitä, että se kuvaa työtehtävät riittävällä tarkkuudella ja on konkreettinen. Aikataululla tulisi pystyä varautumaan mahdolliseen ongelmatilanteisiin, kuten sääolosuhteisiin jotka voivat sillankorjaustyömaalla esimerkiksi estää epoksitiivistyksen. Aikataulun seuranta ja tulkinta on tärkeää rakennusaikana, jolloin mahdollisiin ongelmakohtiin voidaan varautua etukäteen esimerkiksi ylitöillä tai kasvattamalla työkapasiteettiä lisäämällä resursseja siihen. (Lindberg, Koskenvesa, Sahlstedt 2012, s19)

Kun mietitään töiden suoritusjärjestystä, täytyy ottaa huomioon töiden väliset riippuvuudet toisistaan. Riippuvuudet voidaan jakaa neljään eri kategoriaan, jotka ovat loogiset riippuvuudet, olosuhderiippuvuudet, tekniset riippuvuudet ja resurssiriippuvuudet. Looginen riippuvuus on esimerkiksi että sillan kannella ei voida tehdä vesieristystä ennen sinko- tai hiekkapuhallusta. Olosuhderiippuvuudet ovat puolestaan sääolosuhteiden, sopimusten tai työmaajärjestelyiden aiheuttamia, esimerkiksi olosuhteet estävät epoksitiivistyksen. Tekninen riippuvuus sillankorjaustyömaalla on esimerkiksi että kansi korjataan kahdessa osassa että liikenne pystyy kulkemaan sillalla jatkuvasti. Resurssiriippuvuudet kuvaavat nimensä mukaisesti resurssien sitoutumista toiseen työtehtävään. (Ratu 1216-S)

6.2 Suinulan ylikulkusillan yleisaikataulu

Työn aloitus ajankohta on toukokuun alussa. Suinulan yllkulkusillan korjauksen sopimusluonnoksessa ei ole esitetty välitavoitteita, töiden on oltava valmiina kaikkien töiden osalta 31.10.2016. Töiden suorittamista varten olen jakanut siltakannen kahteen osaan, jolloin siltapuolet rakennetaan puoli kerrallaan joka mahdollistaa liikenteen kulun työn aikana. Työalueet on esitettyinä kuvassa 18.



Kuva 18 Työalueet

Suinulan ylikulkusillan korjaussuunnitelman työselityksen pohjalta olen laatinut seuraavan taulukossa 14 esittävän tehtäväluettelon, johon olen laskenut työtehtävien kestot ja resurssit. Työtehtävien resurssien ja keston suunnitteluun olen käyttänyt Ratu- kortistoa, SILKO-yleisohjeita ja viime kesältä tulleita työmenekkikestoja. Taulukossa esitetyt määrät ovat puolikkaalle siltakannelle useimmista työvaiheista, ne työvaiheet jotka voidaan tehdä koko sillalle kerrallaan on esitetty kokonaan. Taulukon 13 pohjalta olen laatinut yleisaikataulun korjaukselle itäpuolelle joka on esitettyinä liitteissä 8 ja 9 ja länsipuolelle jotka on esitetty liitteessä 10 ja 11.

Taulukko 14 Tehtäväluettelo

Tehtävä	Määrä	Resurssit	Työtehtävän kesto
Asfaltin poisto	230 m ²	KKH 16, KA	1 pv
Suojabetonin poisto	230 m ²	KKH 16, rm, KA	2 pv
Vedeneristysten poisto	230 m ²	KKH 16, KA	1 pv
Vesipiikkaus siltakannella	230 m ²	Tasovesipiikkauskalusto, 1 Ram	2 pv
Muotoiluvalu	6,5 m ³	1 tj, 2-3 rm	1 pv
Hiekkapuhallus (Puhdistus)	230 m ²	1 rm	1 pv
Epoksitiivistys	230 m ²	2 Ram	2 pv
Kermieristys	230 m ²	3 Ram	2 pv
Suoja-asfaltointi	230 m ²	Tekijän mukaan	1 pv
Väliasfaltti	230 m ²	Tekijän mukaan	1 pv
Reunapalkin telineet	53,6 m	4 Ram, ajoneuvonosturi, kurottaja	1 pv
Kaiteiden poisto	53,6 m	2 Rm	2 pv
Reunapalkin piikkaus	53,6 m	Ram, vesipiikkaukone	3 pv
Reunapalkin tartuntateräket	216 kpl	Rm, porakalusto	4 pv
Reunapalkin rauditus	53,6 m	2 Ram	7 pv
Reunapalkin muotitus	70 m ²	2 Ram	5 pv
Reunapalkin betonointi	21 m ³	2 Ram, betonin pumppausauto	1 pv
Reunapalkin impregnointi	21,5 m ²	2 Ram	1 pv
Kaiteiden asennus sillalle (Sisältäen kosketussuojaseinän)	56 m	2 Ram	2 pv
Tippuputkien poraus	13 kpl	Rm, lieriöporauskalusto	2 pv
Maadoitukset	-	2 Ram	Ohessa
Tippuputkien poisto	17 kpl	Rm, lieriöporauskalusto	2 pv
Metallisalaojien asennus	50 m	2 Rm	2 pv

Liikennejärjestelyt	silta- puoli	2 Rm	1 pv
Ajoratamaalaukset	50 m2	Tekijän mukaan	1 pv
Sääsuoja	230 m2	3 Rm	2 pv
Syöksytorvien poisto	4 kpl	1 Rm, lieriöporaus- kalusto	1 pv
Syöksytorvien poraus	3 kpl	1 Rm, lieriöporaus- kalusto	1 pv
Raiteen päällä tehtävät työt		Jännitekatko, rata- työstä vastaava, kis- kopyöräkalusto	
Massaliikuntasaumat	21 m	Tekijän mukaan	1 pv
Sillan ulkopuoliset työt			
Täyttötyöt	15m3	KKh 16, rm	1 pv
Pengerkaiteiden uusiminen itäpuolella	78 m	KKH 16, rm	2 pv
Pengerkaiteiden uusiminen länsipuolella	90 m	KKH 16, rm	3 pv
Kaivutyöt	15 m3	KKh 16	1 pv
Hulevesikaivo	2 kpl	KKH 16, rm	1 pv
Asfaltin poisto	65 m2	KKH 16, rm	1 pv
Asfaltin jyrshintä	65 m2	Jyrsin, rm	1 pv
Asfaltointi	130 m2	Tekijän mukaan	1 pv
Pengersalaojan asennus	20m	Rm	1 pv

7 YHTEENVETO

Ylikulkusilta lisää huomattavasti kustannuksia ja haasteita sillankorjaukseen työympäristönä, ja mielestäni tämän työn pohjalta lukijalla pitäisi olla hyvä käsitys siitä miten rautatie vaikuttaa opinnäytetyössä käsiteltyihin asioihin, eli kustannuksiin, työnsuunnitteluun ja varsinaiseen työntekoon. Toki rautatien vaikutukset ovat tässä työssä esitelty melko suppeasti aiheen laajuuden takia, joten esimerkiksi maadoitusasiat on työssä käyty läpi hyvin lyhyesti.

Rautatien osalta pyrittiin suppeampaan näkökulmaan, sillä rautatien vaikutuksia pyrittiin käsittelemään siten, että esimerkiksi työnjohtoharjoittelija ymmärtäisi mitä asioita pitää ottaa huomioon, jos on vastuussa yötöistä. Eli oletuksena oli, että työmaalla on erikseen ratatyöstä vastaava, mutta yrityksen puolesta asiasta vastaavan olisi hyvä myös tietää perusteet rautatien vaikutuksista.

Reunapalkkien osalta päädyttiin suosittelemaan teline-elementteihin perustavaa järjestelmää, joka mielestäni on hyvin käyttökelpoinen idea, joka yhdistää metallisten kanteen porattavien kannatinpalkkien asennusnopeuden puutelineiden sopivuuteen pienempiin kohteisiin. Telineiden osalta käytännön kokemus työmailta oli melko suppea, ja vertailu tapahtui liian teoriapohjaisesti.

Näistä huolimatta uskon että opinnäytetyön tulos reunapalkin teline vaihtoehdon osalta on hyvin todenmukainen. Telineiden asennus on nopeaa elementeillä, ja tämä on hyvin tärkeä osa reunapalkin rakennusta. Jatkoa ajatellen yrityksen sisällä voisi pitää keväällä kokouksen, jossa voitaisiin katsoa mille silloille reunapalkin telineitä voisi soveltaa, jolloin teline-elementeistä saisi maksimallisen hyödyn kun niitä voisi hyödyntää mahdollisimman monessa kohteessa. Teline-elementit ovat mielestäni sopivin ratkaisu juuri jännemitaltaan 20 – 70 metrin silloille, johon metalliset kannatinpalkkitelineet eivät ole tarpeeksi kustannustehokkaita.

Aikataulun laadinta osana opinnäytetyötä on melko irrallinen osuus, joka myöskin asiana on melko suppea. Aikataulun suunnittelu on itselleni melko vierasta ennakkoon, joten työ on teoriapohjainen melko pitkälti. Apuna käytin joitakin hallussa olleita yleisaikatauluja kohteille, joita teorian avulla muutin käytäntöön kyseiselle kohteelle.

LÄHTEET

Ala-Viikari, R., Lampinen J. 2015. Suinulan ylikulkusillan korjaussuunnitelman työselytys. Huura Oy.

Ala-Viikari, R., Kilpi, I. 2015 Suinulan ylikulkusillan korjaussuunnitelman yleispiirustus. Huura Oy.

Holopainen, V. 2015. Malmin ylikulkusillan telinesuunnitelma. Insinööritoimisto HolVi.

Iho, J. Rakennusinsinööri. 2016. Sillankorjausrakentaminen. Luento. Tampereen ammattikorkeakoulu. Tampere.

Insinööritoimisto Helander & Nirkkonen. 1969. Suinulan ylikulkusillan päällysrakenteen laudoituspiirustus. Jyväskylä.

Koskinen, J. ratatyöstä vastaava. 2015. Haastattelu 19.8.2015. Haastattelijana Tatu Luuri. Malmin ylikulkusillan korjaustyömaa.

Lampinen, J. Suinulan ylikulkusillan kannen pintarakenteiden tarkastuslaskutus. 11/2014. Tampere: Huura Oy.

Liikenneviraston sillat 1.1.2015. 10/2015. Liikennevirasto. Luettu 11.3.2016 http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lti_2015-10_liikenneviraston_sillat_web.pdf

Lindberg, R., Koskenvesa, A., Sahlstedt, S. 2012. Aikataulukirja. 12.painos. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO). 6/2015. Liikennevirasto. Luettu 25.2.2016. http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2015-06_turo_web.pdf

Rakentamisen ajallinen suunnittelu (Ratu 1216-S), Rakennusteollisuus Rt, Ry.

Rautatiealueelle tulevien kiinteiden laitteiden ja rakenteiden maadoitussuunnittelu. 2010. Liikennevirasto. Luettu 06.04.2016 http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2010-13_rautatiealueelle_tulevien_web.pdf

Siltojen korjausohjeet (SILKO). Tiehallinto/Liikennevirasto, siltatekniikka. Luettu 19.3.2016 http://www.liikennevirasto.fi/palveluntuottajat/sillat/silko#.Vw6MNEfNL_Q

Siltojen ylläpito. 11/2009. Tiehallinto. Luettu 11.3.2016 <http://alk.tiehallinto.fi/sillat/julkaisut/siltojenyllapito2009.pdf>

Sonck, M. 2014. Sillan reunapalkkien korjaustöiden telineratkaisut. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö

Sähkörataohjeet. 2/2009. Ratahallintokeskus. Luettu 3.3.2016. http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf4/rhk_b22_sahkorataohjeet_web.pdf

Tevaniemi, K. 2013. Reunapalkin uusiminen Bridgecare-telinejärjestelmällä. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Uloketelineet. 2010. Työterveyslaitos. Luettu 07.04.2016. <http://www.ttl.fi/fi/toimialat/rakennus/turvapakki/putoamissuojaus/telineet/uloketelineet/sivut/default.aspx>

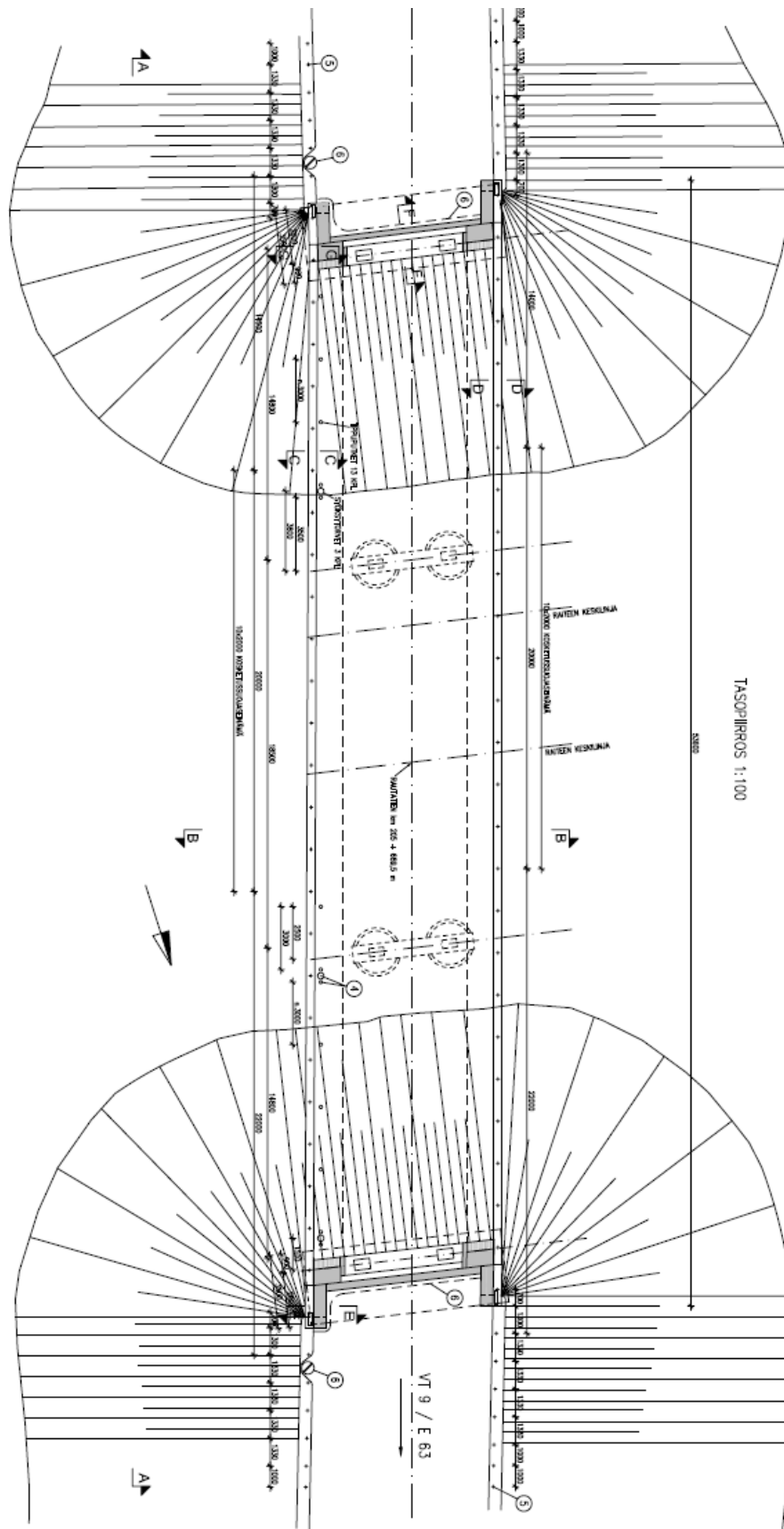
Valtioneuvostonasetus rakennustyön turvallisuudesta. 23.8.2002/27

LIITTEET

Liite 1. Siltojen kuntoluokitus (Liikenneviraston sillat 10/2015, liite 2)

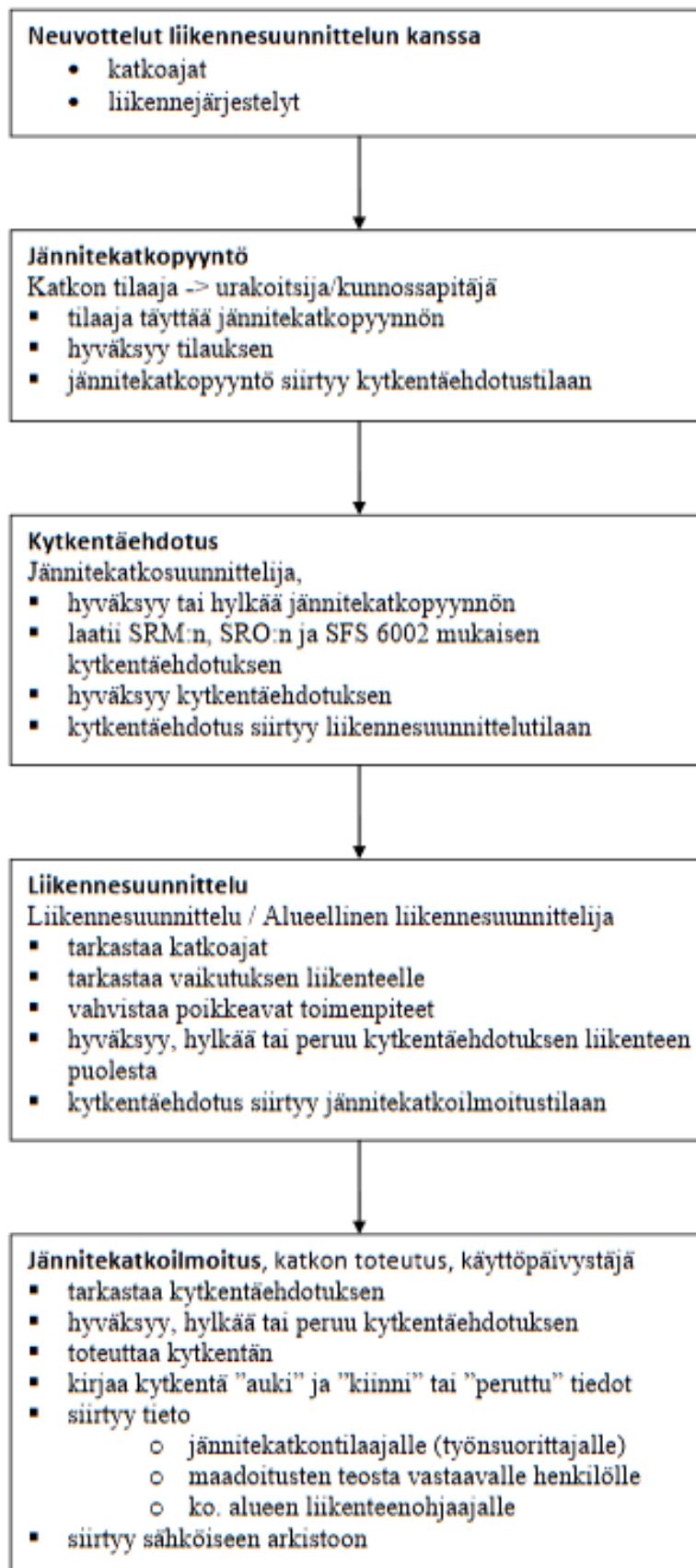
Kuvaus kunnosta	Luokittelukriteerit		
	Varsinaiset sillat	Putkisillat	Rautatiesillat
5 ERITTÄIN HYVÄ Uusi tai lähes uuden veroinen silta.	LYK = 0,00–0,50 ja YKA = 0	LYK = 0,00–0,50 ja YKA = 0	LYK = 0,00–0,50 ja YKA = 0
4 HYVÄ Hyväkuntoinen silta, jossa on normaalia kulumista ja ikääntymistä. Sillan yleiskunto voi olla hyvä, vaikka jonkin päärakenneosan kuntoarvio on tyydyttävä tai huono.	LYK = 0,51–1,25 tai YKA = 1 eikä kumpikaan huonompi	LYK = 0,51–1,25 tai YKA = 1 eikä kumpikaan huonompi	LYK = 0,51–1,25 tai YKA = 1 eikä kumpikaan huonompi
3 TYYDYTTÄVÄ On jo puutteita ja vaurioita, kuten rapautumista tai ruostumista, mutta korjaamista voidaan vielä siirtää. Yleiskunto voi olla tyydyttävä, vaikka jonkin päärakenneosan kuntoarvio olisikin huono tai erittäin huono.	LYK = 1,26–2,00 tai YKA = 2 eikä kumpikaan huonompi	LYK = 1,26–2,00 tai YKA = 2 tai jompikumpi on huonompi, mutta teräsputkessa ei ole vaurioluokan 4 korroosiovauriota	LYK = 1,26–2,00 tai YKA = 2 eikä kumpikaan huonompi
2 HUONO Useita selvästi havaittavia korjausta vaativia vaurioita tai jokin yksittäinen vakava vaurio. Erikoistarkastuksen ja peruskorjauksen tarve on ilmeinen.	LYK = 2,01–2,75 tai YKA = 3 eikä kumpikaan huonompi tai kansilaatan-vesivuotovaurio vaurioluokassa 4 tiellä, jota ei suolata	LYK = 2,01–3,25 tai YKA = 3 eikä kumpikaan huonompi ja teräsputkessa on vaurioluokan 4 korroosiovaurio	LYK = 2,01–2,75 tai YKA = 3 eikä kumpikaan huonompi tai - kansilaatan vesivuotovaurio vaurioluokassa 4 tai - pelkoissa lahoamista tai halkeilua vaurioluokassa 4 tai - reunapalkit liian matalat, siirtyneet tai sortuneet vaurioluokassa 4
1 ERITTÄIN HUONO Silta on täydellisen peruskorjauksen tai jopa uusimisen tarpeessa. Kunto ei ole hyväksyttävissä. Vaurioita on niin paljon, että pelkästään niiden kirjaaminen on työlästä.	LYK = 2,76–4,00 tai YKA = 4 tai kansilaatan vesivuotovaurio vaurioluokassa 4 suolatulla tiellä (hoitoluokat: Isk, Is ja I)	LYK = 3,26–4,00 tai YKA = 4	LYK = 2,76–4,00 tai YKA = 4 tai - terässillan kriittisissä osissa ¹⁾ ruostuminen tai väsymisvaurio ²⁾ vaurioluokassa 4.

Liite 3 Suinulan ylikulkusillan tasopiirustus (Ala-Viikari, Kilpi 2015)




RATATYÖN YKSILÖIVÄT TUNNUKSET JA LUPA RATATYÖHÖN (jatkuu kääntöpuolella) <input type="checkbox"/>		
Tunnus	Lupa ratatyöhön alkoi	Lupa ratatyöhön päättyi

Liite 5. Jänniteprosessikaavio(Sähkörataohjeet 2/2009, liite 13)




Liite 6. Jännitekatkoilmoitus (Sähkörataohjeet 2/2009, liite 14)

 <small>RAUTAHALLINTAKESKUS</small> <small>RAILWAY MANAGEMENT CENTRAL</small>		JÄNNITEKATKOILMOITUS Lomaketunnus: _____	
Jännitteettömät kytkentäryhmät			
Työskentelyalue			
Työn laatu (työ, koneet)			
Työstä vastaava henkilö	Organisaatio	puh.	
Maadoituksen teosta vastaava henkilö	Organisaatio	puh.	
Sähköturvallisuushenkilö	Organisaatio	puh.	
Jännitekatkopyynnön tekijä	Organisaatio	puh.	
Ryhmityskaavion päivityksestä vastaava henkilö	Organisaatio	puh.	
Luvan katkoon antaa	Jännitekatkon kuitauspaikka		
Korvattava vetovoima	-vää _____ -ish _____		
Usätiliedot			
Muita merkintöjä	Ruftaus -alkaa _____ suuntaan _____ -päättyy _____ Ruftaus -alkaa _____ suuntaan _____ -päättyy _____		
Katkon voi suorittaa liikenteen muidelta	_____ / _____ 20 _____		
Päätyömaadoitukset	sijainti Päätyömaadoitukset sijoitetaan sähkörataohjeiden mukaan		
Työmaadoitukset	sijainti Työmaadoitukset sijoitetaan sähkörataohjeiden mukaan		
Kytkeä-määritys	Kytkeäkeskus <input type="checkbox"/> Hki <input type="checkbox"/> Kv <input type="checkbox"/> Tpe <input type="checkbox"/> Ol _____		
Katko nro	Pvm	Katkokaika	Maadoitukset tehty ja selvitetty niiden paikka ja työalueen rajat Pvm / klo _____ ilmoitti _____ _____ / _____ 20 _____ klo. _____ Työt päättyneet, työmaadoitukset saa poistaa ja jännitteen kytkeä työn puolesta Pvm / klo _____ ilmoituksen vastaanotti _____ _____ / _____ 20 _____ klo. _____
Kytkeä "auki"	Suoritettu klo	Kytkeä "kiinni"	Suoritettu klo Jännitekatko peruttu klo
Katko nro	Pvm	Katkokaika	Maadoitukset tehty ja selvitetty niiden paikka ja työalueen rajat Pvm / klo _____ ilmoitti _____ _____ / _____ 20 _____ klo. _____ Työt päättyneet, työmaadoitukset saa poistaa ja jännitteen kytkeä työn puolesta Pvm / klo _____ ilmoituksen vastaanotti _____ _____ / _____ 20 _____ klo. _____
Kytkeä "auki"	Suoritettu klo	Kytkeä "kiinni"	Suoritettu klo Jännitekatko peruttu klo
Katko nro	Pvm	Katkokaika	Maadoitukset tehty ja selvitetty niiden paikka ja työalueen rajat Pvm / klo _____ ilmoitti _____ _____ / _____ 20 _____ klo. _____ Työt päättyneet, työmaadoitukset saa poistaa ja jännitteen kytkeä työn puolesta Pvm / klo _____ ilmoituksen vastaanotti _____ _____ / _____ 20 _____ klo. _____
Kytkeä "auki"	Suoritettu klo	Kytkeä "kiinni"	Suoritettu klo Jännitekatko peruttu klo
Katko nro	Pvm	Katkokaika	Maadoitukset tehty ja selvitetty niiden paikka ja työalueen rajat Pvm / klo _____ ilmoitti _____ _____ / _____ 20 _____ klo. _____ Työt päättyneet, työmaadoitukset saa poistaa ja jännitteen kytkeä työn puolesta Pvm / klo _____ ilmoituksen vastaanotti _____ _____ / _____ 20 _____ klo. _____
Kytkeä "auki"	Suoritettu klo	Kytkeä "kiinni"	Suoritettu klo Jännitekatko peruttu klo


Liite 7. Reunapalkin telineen asennuksen työ- ja laatusuunnitelma

1(2)

		Kreate Oy		TYÖVAIHEKOHTAINEN TYÖ- JA LAATUSUUNNITELMA		Päivämäärä: 24.04.2016	
Urakka: Suinulan ylikulkusillan korjaus							
Työvaihe: Reunapalkin telineiden asennus		Numero InfraRYL:					
Laatija: Tatu Luuri		Työnumero:					

RESURSSIT <ul style="list-style-type: none"> Käytettävä kalusto Työryhmä Käytettävät materiaalit 	<ul style="list-style-type: none"> Kiskopyörillä varustettu kurottaja Ajoneuvonostin Rakennusmies 3 kpl Teline-elementit UNP-profiilit Työnjohtaja Dywidagit Telinesuunnitelma Vaneri 15mm
VALMISTAVA VAIHE <ul style="list-style-type: none"> Edelliset työvaiheet Ilmoitukset ja informointi Muut 	<ul style="list-style-type: none"> Liikennejärjestelyt tehty ja työalue rajattu Dywidagien reiät porattu asennusta varten Jännitekatko varattu radan kohdalle Telinesuunnitelma laadittu Työvaiheen aloituspalaveri pidetty Teline-elementit valmistettu UNP-profiilit ja dywidagit tuotu paikan päälle Resurssit varattu työtä varten Hitsataan UNP-profiiliin maadoituslenkit Telineistä on laadittu telinesuunnitelma
TYÖTURVALLISUUS JA YMPÄRISTÖ: <ul style="list-style-type: none"> Suojavälineet Nostolaitteet Käyttöönotto tarkastukset Turvallisuus suunnitelmat Varottavat laitteet Haitalliset aineet Liikenteen ohjaus Pohjavesialueet Materiaalien käsittely Melun torjunta Pölynsidonta Liukkaudentorjunta 	<ul style="list-style-type: none"> Varoitusvaateiden käyttö työn aikana ja yleisillä teillä pakollinen. Lisäksi kypärä- ja turvakenkäpakko. Valjaiden käyttö kun työskennellään korista ja kun kaide on poistettu Noudatetaan ratatöistä vastaavan ohjeistusta rataan liittyvissä asioissa Varoitusviikkujen käyttö Työntekijät on perehdytetty työmaalle Koneiden vastaanottotarkastukset tehty Suojattava liikennealue roiskeilta Turvallisuussuunnitelma on laadittu ja näkyvillä Varmistettava liikenteen sujuminen sekä työmaalla, että yleisillä teillä. Noudatettava liikenteenohjaussuunnitelmaa. Huomioitava erityisesti ettei alittaville väylille pääse putoamaan purkujätettä Hälytysnumerot:

YLEINEN HÄTÄNUMERO 112

		TYÖVAIHEKOHTAINEN TYÖ- JA LAATUSUUNNITELMA		Päivämäärä: 24.04.2016
Kreate Oy				
Urakka:	Suinulan ylikulkusillan korjaus			
Työvaihe:	Reunapalkin telineiden asennus	Numero InfraRYL:		
Laatija:	Tatu Luuri	Työnumero:		

TYÖN SUORITUS • Menetelmät • Aikataulu • Vastuut • Informointi • Muut	<ul style="list-style-type: none"> - Siltaan on etukäteen porattu reiät k3000 jaolla, muulle alueelle kuin radan kohdalla, radan kohdalla reikiin suoritettu alkuporaus - Ennen jännitekatkoa telineiden asennus aloitetaan rata-alueen ulkopuolelta - Jännitekatkon alettua reiät porataan radan kohdalle ja aletaan välittömästi poistamaan kaiteita samalla kun osa työporukasta alkaa asentamaan telineitä radan kohdalle - Poratuista aukoista pujotetaan dywidag siten että se jää mutteristaan roikkumaan kannen alle - Ajoneuvonosturi nostaa UNP-profiilin kurottajan kanssa yhteistyössä paikalleen ja se kiinnitetään muttereilla dywidagiin, tämän jälkeen nostetaan teline-elementti UNP-profiilin päälle. - Tämän jälkeen nostetaan dywidageista niin että ne ovat mahdollisimman ylhäällä ja rullataan mutterit kireällä - Tämä toistetaan koko sillan matkalle - Teline-elementtien asennuksen ohessa asennetaan vanerista yhtenäistä pohjaa telineille, sekä vaakasuoraa tukea telineille - Radan kohdalla UNP-profiilit liitetään toisiinsa 25 mm² kuparilangalla ja liitetään sillassa valmiina oleviin maadoituksiin - Varmistetaan että putoamissuojaus on joka kohdassa yhtenäinen 					

Laadunvarmistus	Laatutekijä	Vaatus / Toleranssi	Mittausmenetelmä	Mittaus-tiheys	Dokumentti	Mittauksen suorittaja
	Telineiden kantokyky	suunnitelmia vastaava	Silmämääräinen		Kuvat	Urakoitsija
	Putoamissuojauksen yhtenäisyys	Yhtenäinen				Urakoitsija

Työvaiheen henkilöiden yhteystiedot	ASEMA / YRITYS	NIMI	PUHELIN	SIJAINEN
Mittakonsultti:				
Urakoitsija:				
Aliurakoitsija:				
Tilaaaja / rakennuttaja: Valvoja / konsultti				

Liite 8. Itäpuolen yleisaikataulu sillalle tehtäville töille

[illegible]

Liite 9. Itäpuolen aikataulu sillan ulkopuolisille töille

	Toukokuu	Kesäkuu
Suinunan yllikulkusilla yleiskatataulu	Mä Ti Ke To Pe La Su 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 1.	Mä Ti Ke To Pe La Su 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30.
Muut tehtävät iä		
Pohjoispään asfaltin po1 pv		
Pohjoispään kaivutyöt 1 pv		
Täyttötyöt 1 pv		
Pohjoispään pengerkatit 2 pv		
Asfaltointi 1 pv		
Eteläpään asfaltin poist 1 pv		
Eteläpään kaivutyöt 1 pv		
Pengerialojen rakennu 1pv		
Eteläpään täyttötyöt 1 pv		
Hulevesikaivon asennus 1 pv		
Eteläpään pengerkatiteet 2 pv		

Liite 10. Länsipuolen aikataulu sillalle tehtäville töille

[illegible]

Liite 11. Länsipuolen aikataulu sillan ulkopuolisille töille

[illegible]